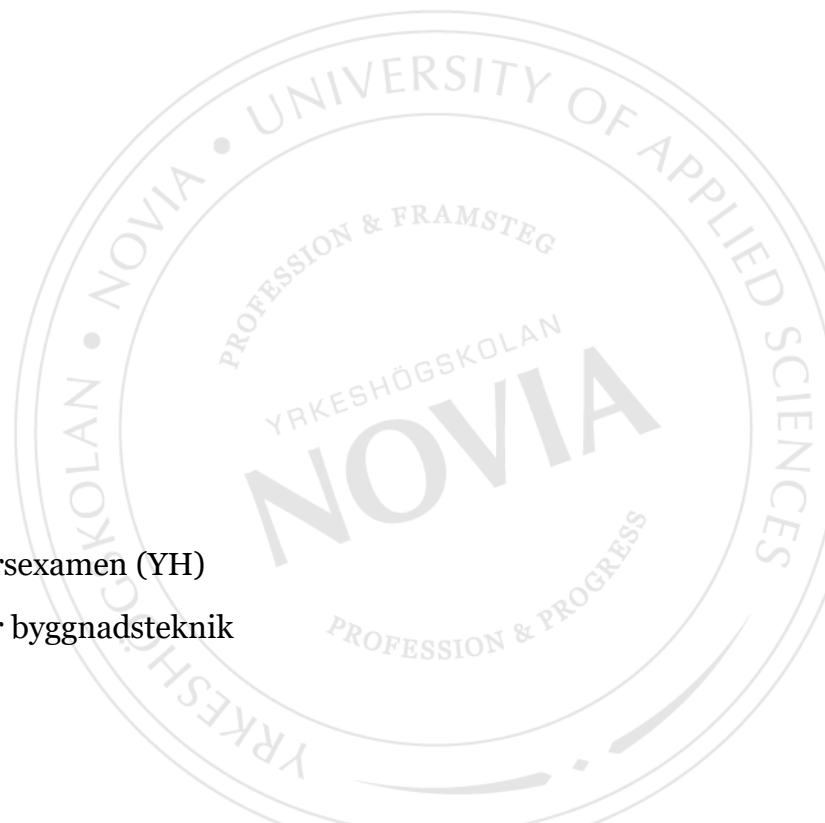


Kvalitetssäkring för en fuktsäker byggprocess

Alex Ravald

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)
Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik
Vasa 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Alex Raval
Utbildningsprogram och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Byggnadskonstruktion
Handledare: Leif Östman

Titel: *Kvalitetssäkring för en fuktsäker byggprocess*

Datum 29.4.2016

Sidantal 6

Bilagor 1

Abstrakt

Vid nybyggande förblir ansvarsfrågan om fuktsäkerheten i olika byggnadsskeden oftast oklar och informationen mellan aktörer är bristfällig eller saknas helt. En negativ bieffekt till bristande fuktsäkerhet är en i framtiden sjuk byggnad som kan leda till hälsoproblem för användarna. Symptomen kan vara mental trötthet, huvudvärk eller irritation i luftvägarna, för att nämna några. För att som beställare av ett projekt kunna försäkra sig om att kvalitetssäkring av byggprocessen uppnås kan en utomstående konsult tas med som fuktsakkunnig i projektet. Den fuktsakkunniges huvudsakliga uppgift är att svara för fuktsäkerhetsfrågor i planeringsskedet och utföra kvalitetskontroller ute på arbetsplatsen för att bibehålla fuktsäkerheten under hela byggprocessen.

Vasabaserade företaget Drytec, som är beställare av detta arbete, erbjuder konsulttjänster som fuktsakkunnig. Syftet med arbetet är att ge en stödmanual med checklistor åt den fuktsakkunnige och samtidigt får beställaren en överblick om vad som är viktigt att tänka på gällande fuktsäkerheten och varför. Arbetet baserar sig på litteraturstudier och fokus ligger på nybyggande. De vanligaste konstruktionstyperna och hur de bör konstrueras ur fuktsynpunkt tas upp. Resultatet är en manual med checklistor som stöd för kontroller på byggarbetsplatsen. Syftet med manualen är att eliminera byggfel och minska risken för fuktskador.

Språk: svenska

Nyckelord: fuktsäkerhet, checklista, kvalitetssäkring

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Alex Ravald
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoehto: Rakennesuunnittelu
Ohjaaja: Leif Östman

Nimike: *Rakennusprosessin kosteudenhallinnan laadunvarmistus*

Päivämäärä 29.4.2016

Sivumäärä 6

Liitteet 1

Tiivistelmä

Uudisrakentamisen kosteudenhallinnan vastuu eri rakentamisvaiheissa jää usein epäselväksi ja tiedonkulku eri toimijoiden välillä on puutteellista tai puuttuu kokonaan. Puutteellisen kosteudenhallinnan haitallinen sivuvaikutus on rakennus, joka ajan myötä sairastuu ja täten aiheuttaa käyttäjille terveysongelmia. Oireet ovat esimerkiksi henkinen uupumus, päänsärky tai hengitysteiden ärsytys. Jotta tilaaja voisi taata rakennusprosessin laadunvarmistuksen, ulkopuolinen asiantuntija voidaan ottaa mukaan hankkeeseen. Asiantuntijan pääasiallinen tehtävä on sekä kosteusriskien kartoittaminen suunnitteluvaiheessa että työmaan kosteudenhallinnan seuranta ja valvonta. Päämääränä on varmistaa hyvä kosteudenhallinta koko rakennusprosessin aikana.

Vaasalainen yritys Drytec, joka on tilannut tämän työn, tarjoaa kosteudenhallinnan asiantuntijapalveluja. Työn tarkoituksena on kehittää tarkastuslistoja sisältävä ohjekirja, jota asiantuntija voi käyttää tukena työssään. Samalla tilaaja saa käsityksen siitä, mitä on tärkeää ottaa huomioon kosteudenhallinnassa ja miksi. Työn pohjana on kirjallisuustutkimuksia ja huomio keskittyy uudisrakentamiseen. Työssä käsitellään tavallisimpia rakennemuotoja ja niille suositeltavia rakenteita kosteudenhallintaa ajatellen. Työn tulos on tarkastuslistoja sisältävä ohjekirja, joka tukee rakennusmaalla tehtyjä tarkistuksia. Ohjekirjan tarkoitus on rakennusvirheiden estäminen ja kosteusvaurioiden välttäminen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kosteudenhallinta, tarkastuslista, laadunvarmistus

BACHELORS'S THESIS

Author: Alex Ravald
Degree programme: Construction engineering, Vaasa
Specialization: Structural engineering
Supervisor: Leif Östman

Title: *Quality assurance for a moisture-proof building process*

Date 29.4.2016

Number of pages 6

Appendices 1

Abstract

The question of responsibility concerning moisture-proof building in the different stages of construction often remains indefinite and the sharing of information between participants is inadequate or non-existent. Lack of moisture-proof construction brings a downside that in the future leads to what is called the sick building syndrome, and that in turn might cause health issues for the users. The symptoms of the health issues can be mental fatigue, headache or respiratory irritation, among others. A client of a project can ensure that quality assurance of the building process is obtained by engaging an external consultant to act as an expert regarding moisture proofing. The consultant would be responsible for questions regarding moisture in the design process and for making sure that quality checkups are made on the worksite to maintain moisture-proof construction during the whole process.

Drytec, which is a Vaasa-based company that offers consultant services as an expert regarding moisture-proof building, stands for the assignment of this thesis. The purpose is to develop a manual including checklists that the consulting expert can use as support and simultaneously get the ability to give clients an overview of the importance of moisture management. The thesis is based on literature studies and focuses mainly on new constructions, in other words, no renovation work. The most common construction types and their contexture in a moisture-proof way is summarized. As a result a manual including checklists that can be used for support and checkups on the worksite, has been developed. The purpose of the manual is to eliminate construction failures/errors and to reduce the risk of moisture damage.

Language: Swedish

Keywords: moisture-proof, checklist, quality assurance

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	1
1.1.	Bakgrund.....	1
1.2.	Beställare	1
1.3.	Syfte och mål	2
2.	Referensram.....	2
3.	Metod.....	4
4.	Resultat.....	4
5.	Slutdiskussion.....	5
6.	Källförteckning.....	6

Bilaga: Kvalitetssäkring för en fuktsäker byggprocess

1. INLEDNING

Vid nybyggnation finns många saker att ta i beaktande med hänsyn till byggnadens livslängd och inomhusluftens kvalitet. Fuktsäkerheten blir allt för ofta en ansvarsfråga som lämnar oklar genom hela byggprocessen. Fuktangrepp kan medföra oväntade kostnader, längre byggnadstid och problem i framtiden. Det finns många olika faktorer som påverkar detta, bland annat valet av kvalitet på material, hanteringen av materialet från mottagning till användning och konstruktionsfel på grund av okunnighet. Enligt Finlands Byggbestämmelsesamling skall en byggnad projekteras och utformas så att ovannämnda problem inte uppstår.

”Byggnaden skall projekteras och utföras så att den inte medför hygien- eller hälsorisk för dess brukare eller grannar på grund av fuktanhopning i byggnadsdelar eller på inre ytor. Dessa byggnadens egenskaper skall bibehållas genom normalt underhåll under hela den ekonomiskt rimliga brukstiden.” (Finlands Byggbestämmelsesamling, C2, kap. 1.2.1)

”Byggmaterial och byggartiklar samt byggnadsdelar skall skyddas mot skadlig fukt under transport, lagring och byggande. Fuktiga konstruktioner och byggfukt skall få torka eller konstruktioner skall torkas tillräckligt innan de täcks med ett materialskikt eller en beklädnad som fördröjer torkandet.” (Finlands Byggbestämmelsesamling, C2, kap. 1.4.10)

1.1. Bakgrund

Anledningen till detta arbete är att beställaren Drytec vill ge kunder och entreprenörer en bredare blick över vad fuktsäkerheten innebär. Drytec erbjuder kvalitetssäkringstjänster genom att medverka som fuktsakkunnig i hela byggprocessen. En lättläst manual skulle underlätta för den fuktsakkunnige i projektet och samtidigt ge kunder och andra aktörer en överblick av kvalitetssäkringens betydelse i byggprocessen.

1.2. Beställare

Beställaren av detta arbete är Vasabaserade företaget Drytec Oy Ab. Drytec har gedigen erfarenhet av de fukt- och mögelskador som ger problem i byggnader och erbjuder helhetslösningar för att åtgärda dylika skador. Till deras tjänster hör även kartläggningar, konditionsbedömningar och konsulterings tjänster, bland annat som fuktsakkunnig i byggprocessen. Drytecs VD Mikael Andersén har verkat som handledare för arbetet från företagets sida.

1.3. Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att ta fram en manual med checklistor som fungerar som stöd för den fuktsakkunnige på arbetsplatsen och som kan visas åt beställaren i planeringsskedet för att ge en överblick av vad dessa tjänster omfattar. Målet är en lättbegriplig och inte allt för omfattande manual med klara riktlinjer som kan förstås av de flesta även utanför byggnadsbranschen.

Det svåra med detta arbete har varit att plocka fram den mest relevanta informationen om de vanligaste konstruktionstyperna, samla det mest nödvändiga om olika detaljer och samtidigt hålla en nivå som inte blir för djupgående.

2. REFERENSRAM

I Finland konstaterades redan i början av 1990-talet att fukt- och mögelskador skapar inomhusmiljöproblem som påverkar hälsan negativt för invånarna. Problemen föranleder inte bara till stora reparationskostnader utan orsakar även stora omkostnader när de som vistas i byggnaden får symptom och blir sjuka. Kännedom om vad som byggnadstekniskt ger upphov till fuktskador finns, men kunskapen att förebygga och åtgärda dessa är mycket liten. Hälso problemen behandlas inte med den nivå av allvar som krävs och därför saknas än idag modeller att gå efter och instrument att ta till.

En undersökning av fukt- och mögelproblem initierades av riksdagen och utfördes av Arbetshälsoinstitutet. En expertgrupp undersökte utsträckningen, hälsoeffekterna och vilka åtgärder som krävs, omkostnaderna och förslag till administrativa åtgärder samt intensifierad utbildning. De primära orsakerna till fukt- och mögelskador är planeringslösningar som innehåller risker, bristfällig fukthantering på arbetsplatsen och felaktigt utförande i byggandet. Andra orsaker är försummat underhåll och naturligt slitage. (Riksdagen 2012)

Social- och Hälsovårdsministeriet uppskattar att mellan 600 000 – 800 000 finländare dagligen utsätts för dålig inomhusluft orsakad av mögel. Dessa problem finns överallt i dagens byggnadsbestånd; i byggnader ägda av staten, kommuner och privatpersoner, i flerbostadshus, egnahemshus, offentliga byggnader, skolor, kontor och andra arbetsplatser. Bedömningen av reparationsbehoven och hälsorisken som fukt- och mögelskador förorsakar, försvåras av de begränsade metoder som finns att tillgå. (Social- och Hälsovårdsministeriet u.å.)

År 2010 var bostadsbyggnadernas andel 217 miljarder euro och andra byggnaders 132 miljarder euro av den totala nationalförmögenheten på 775 miljarder euro. Det uppskattas att av bostadsbyggnaderna är 7–10 % av småhusen och radhusen samt 6–9 % av flervåningshusen utsatta för allvarliga fukt- och mögelskador. Räknas detta i andel våningsyta fås att 6–10 % av vår nationalförmögenhet är drabbad av svåra fukt- och mögelskador, i pengar blir det 13–28,2 miljarder euro. (Riksdagen 2012)

I Finlands Byggbestämmelsesamling del C2 finns anvisningar för hur en byggnad bör uppföras så att fuktskador undviks. (Finlands Byggbestämmelsesamling C2 1998) Fuktcentrum vid Lunds tekniska högskola har gett ut en branschstandard kallad ”byggaF” som är en metod för att säkerställa, dokumentera och delge information i hela byggprocessen. Genom att följa riktlinjer och standarder för hur arbeten skall utföras och hur material skall hanteras ökas förutsättningarna för en fuktsäkrare och mer hållbar byggnad. (Fuktcentrum 2013)

Renovering är en växande trend i Finland; antalet fasader i behov av reparation ökar hela tiden allteftersom byggnadsbeståndet åldras. Årligen byggs 12 miljoner kvadratmeter fasad varav ungefär 40 % utgörs av renoveringsarbeten. (Julkisivuyhdistys r.y.) Enligt Statistikcentralen uppgick kostnaderna för reparationsbyggande av bostäder och bostadsbyggnader till 6 miljarder euro år 2014, varav 1,6 miljarder (27 %) utgjordes av fasader och yttre konstruktioner. (Statistikcentralen 2014). I rapporten som Revisionsutskottet publicerade 2012 finns åtgärdsförslag för att få bukt med fukt- och mögelproblemen. Bland annat krävs lagstiftningsåtgärder, ett exempel är ändringar i markanvändnings- och byggnadslagen. På arbetsplatser, nybyggen och renoveringar ska en specialutbildad arbetsledare ansvara för fukt- och hygienhantering. (Revisionsutskottet 2012) För arbetsledare inom ett specialområde ställs samma krav som för ansvariga arbetsledaren inom projektet. (MBF § 73)

Idag bör vi alltså sträva efter fuktsäkra energieffektiva lösningar vid både renoveringar och nybyggande för att i framtiden ha lättskötta byggnader som är ekonomiskt gynnsamma, har en lång livslängd med små reparationsbehov och skapar en god inomhusmiljö för att förebygga hälsoproblem för de boende. I markanvändnings- och byggnadslagen paragraf 117 c ställs krav på utförandet av sunda byggnader.

”Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att byggnaden på det sätt som användningsändamålet och miljöförhållandena förutsätter projekteras och uppförs så att den är sund och säker med avseende på inomhusluft, fukt-, temperatur- och ljusförhållanden samt vattenförsörjning.” (MBL § 117 c)

3. METOD

Manualen har gjorts som en separat del med checklistor som bilagor. Upplägget följer faserna i en byggprocess och börjar med mottagning och lagring av material för att sedan berätta om riskkonstruktioner och kritiska moment. I slutet tas olika detaljer upp. Som grund för arbetet har litteraturstudier gjorts för att få mera kunskap inom området. Genom att läsa forskningsrapporter, litteratur och examensarbeten inom samma ämne fås en överblick över de problem som finns. Arbetet behandlar främst nybyggnation och de mest använda källorna är Fukthandboken som är författad av Lars Erik Nevander och Bengt Elmarsson (Elmarsson och Nevander 2007), Finlands byggbestämmelsesamling del C2 (Finlands Byggbestämmelsesamling C2 1998) samt RT-kort för noggrannare information om detaljer gällande olika konstruktionsdelar.

I detta arbete har fokus lagts på de största problemen ur fuktsynpunkt ute på arbetsplatsen och hur dessa kan elimineras och dokumenteras så enkelt som möjligt. Beräkning av fuktmekanik tas inte upp i större skala i detta arbete. Det största problemet under byggnadsskedet är informationsbrist mellan aktörer och frågan om ansvar för de fuktrelaterade frågorna lämnar oklar. Med detta arbete kan beställaren av konsulteringstjänster redan i planeringsskedet få en överblick över innehållet i tjänsten och varför det är viktigt att fuktsakkunnig deltar redan från projektets planeringsfas.

4. RESULTAT

Fuktkvalitetssäkring är en viktig del av byggprocessen och fortgår genom hela projektet. För att upprätthålla och säkra fuktkvalitet krävs att alla inblandade parter har kunskap om de problem och risker som finns. I detta examensarbete finns information om de vanligaste konstruktionsdelarna, hur de byggs fukttekniskt rätt samt checklistor för kontroller ute på byggarbetsplatsen. Manualen och checklistorna är tänkta som stödmaterial vid försäljning av konsulttjänster för kvalitetssäkring åt en beställare. Checklistorna är gjorda i excel och kan användas av en fuktsakkunnig vars uppgift är att, ute på arbetsplatsen, kontrollera och dokumentera att fuktsäkerheten i byggprocessen bibehålls genom hela projektet.

Informationen i listorna och i själva arbetet kan ändras efter behov och om nya bestämmelser träder i kraft. Jag har valt att inte använda mig av några direkta länkar från arbetet till internetsidor eller dylikt eftersom dessa har en tendens att sluta fungera eller ändras med tiden.

De problem och svårigheter jag har stött på under arbetets gång har varit att samla det stora utbudet av information som finns och skapa ett kort och koncist dokument som medför nytta för användaren.

5. SLUTDISKUSSION

Examensarbetet har varit intressant och lärorikt men samtidigt utmanande. Litteraturstudierna har bidragit till fördjupade kunskaper inom ämnet och var de kritiska punkterna finns i olika konstruktionsdelar och -faser, till exempel krypgrundernas alla olika fukttekniska utformningar, varför de bör kontrolleras noggrant och varför till exempel de enstegstätade putsade fasaderna påverkas i så hög grad av slagregn.

Att enkelt och kort summera vad som kunde läggas till eller göras annorlunda i arbetet är ganska svårt med tanke på att området är mycket brett och varierar från projekt till projekt. Anslutningar för dörrar och fönster till ytterväggar kunde ha tagits upp i större utsträckning eftersom de är av stor betydelse för tätheten i byggnadens klimatskal. Arbetet avgränsas till endast tekniska lösningar. Checklistorna är inte heller fullständiga i detta skede, men de kommer att uppdateras allteftersom manualen används. Arbetet blev i det stora hela som planerat även om några ändringar gällande innehåll och utformning gjordes under arbetets gång. Efter hand som manualen implementeras i nya projekt kommer troligen även ändringar att göras för att förbättra användarvänligheten.

Fokus har lagts på riskkonstruktioner och kritiska detaljer för att ge beställare och andra aktörer en bredare bild av kvalitetssäkringens betydelse i en fuktsäker byggprocess. Utomstående kunder borde ges möjlighet att ställa större krav på hantering och lagring av material och korrekt utförande av allt från grundläggning till färdigställning. De tidskrav som idag ställs inom byggbranschen är inte alltid rimliga. Detta leder till tidsbrist och stress för alla parter, vilket kan resultera i att kritiska punkter i utförandet försummas för att spara tid. Sådana punkter kan vara att golvläggningen sker innan betongplattan nått rätt fuktkvot eller att fel vid utförandet av byggnadens tätskikt begås. Förr eller senare drabbas byggnaden då av fukt- och mögelskador som leder till dyra reparationskostnader. I otursfall leder sådana skador till hälsoproblem för de boende och i värsta fall kan de tvingas byta bostad.

6. KÄLLFÖRTECKNING

Elmarsson B. och Nevander L-E. 2006. *Fukthandboken*. 3. uppl. Mölnlycke: Elanders Infologistics Väst AB.

Finlands Byggbestämmelsesamling C2. 1998. *Fukt, föreskrifter och anvisningar*. Helsingfors: Miljöministeriet.

Fuktcentrum. 2013. *ByggaF*. Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet.

Julkisivuyhdistys r.y. (u.å.). *Tutkittua*. <http://www.julkisivuyhdistys.fi/> [hämtad 20.03.2016]

Markanvändnings- och byggförordning. 1999. Helsingfors: Miljöministeriet.

Markanvändnings- och bygglag. 1999. Helsingfors: Miljöministeriet.

Revisionsutskottet. 1/2012. *Rakennusten kosteus- ja homeongelmat*. Helsingfors: Riksdagen.

Social- och hälsovårdsministeriet. (u.å.). *Fukt- och mögelskador*. Helsingfors: Statsrådet.

Statistikcentralen. 2014. *Reparationsbyggande*. Helsingfors



Kvalitetssäkring för en fuktsäker byggprocess

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
2. Definitioner	4
3. Riskkonstruktioner och kritiska moment	5
3.1. Mottagning och lagring	5
3.2. Golvkonstruktioner	6
3.2.1. Platta på mark	6
3.2.2. Bjälklag med krypgrund	8
3.2.3. Plintgrund	9
3.2.4. Uteluftsventilerad krypgrund	9
3.2.5. Inneluftsventilerad krypgrund	12
3.2.6. Golv med golvvärme	14
3.3. Vägghkonstruktioner	15
3.3.1. Träregelvägg	15
3.3.2. Skalmur	16
3.3.3. Källaryttersväggar	17
3.4. Takkonstruktioner	19
3.4.1. Tak över vindsutrymmen	20
3.4.2. Ventilerade tak	20
4. Våtrum	21
4.1. Vattenisolering	21
4.2. Golv i våtutrymmen	21
4.3. Våtrumsväggar	22
4.4. Tak i våtutrymmen	22
5. Mikroorganismer	24
5.1. Mikrosvampar och bakterier	24
5.2. Mögelangrepp på byggnadsmaterial	24
6. Lufttäthet	25
7. Detaljer	26
7.1. Slagregn	26
7.2. Fasad	26
7.3. Anslutningar och fogar	27
8. Sammanfattning	29
9. Källförteckning	30
Bilagor	33

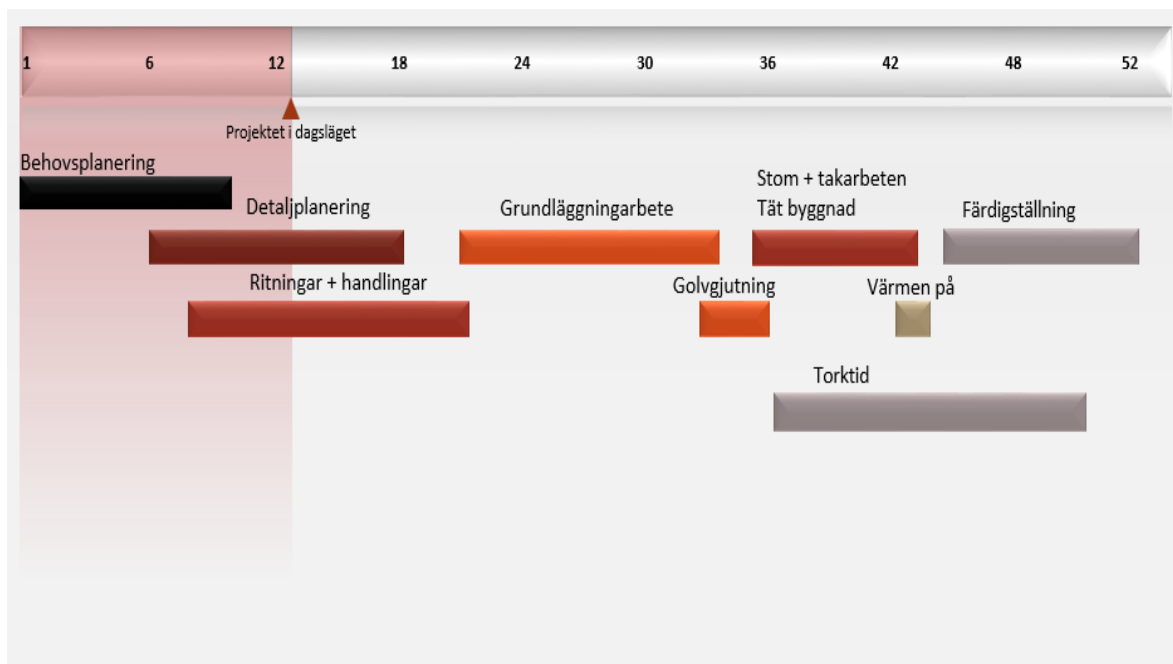
1. INLEDNING

I många fall blir fuktsäkerheten en ansvarsfråga som lämnar oklar genom hela byggprocessen och därtill är kunskapsöverföringen mellan aktörer bristfällig. Byggfel som resulterar i fuktproblem kan i längden leda till hälsoproblem för de boende. Denna studie bygger långt på vad som sägs i Finlands Byggbestämmelsesamling C2 och Fukthandboken skriven av Lars-Erik Nevander och Bengt Elmarsson /3//5/.

I denna manual får beställaren möjlighet att, ur ett fuktsäkert perspektiv, bekanta sig med var de vanligaste felen uppstår i en byggprocess och hur dessa kan elimineras. Om man tvingas utföra en uttorkningsprocess eller en fuktanering på ett objekt medför detta stora omkostnader och därför är fuktsäkring något som skall tas i beaktande redan i planeringsskedet. Så tidigt som möjligt skall byggherren utse en fuktsakkunnig som närvarar redan från planeringsskedet, för att skapa en bra och hållbar byggnad /3/.

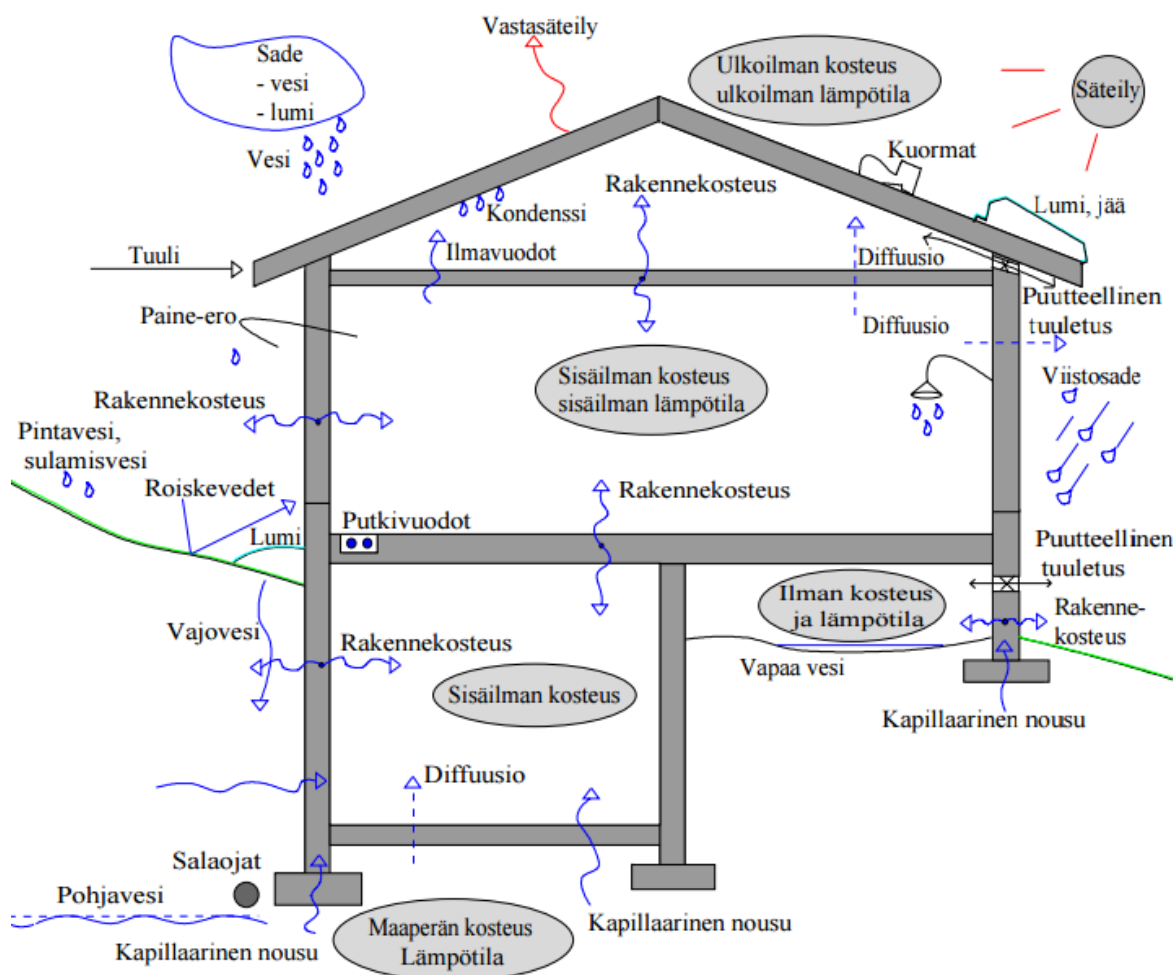
Det som huvudsak styr tidtabellen i ett byggprojekt är torkprocessen för olika material och konstruktionsdelar. Detta kan i viss mån justeras med att göra olika materialval. För en betongplatta kan torktiden vara väldigt lång och beroende på val av ytmaterial bör mätningar och kontroller av torkprocessen göras regelbundet för att få fram ett pålitligt resultat. Program så som Fuktcentrums *TorkaS* kan användas som utgångspunkt /7/.

I figur 1 illustreras en byggprocess som sträcker sig över ett år innehållande projektets alla faser ända från planeringens start till överlämning. Torktiden för betongplattan utgör nästan 1/3 av hela byggprocessen.



Figur 1. Bild som illustrerar torktidens vikt i en byggprocess; längre torktid leder till längre byggprocess.

Byggnader och byggnadsdelar utsätts för många olika fuktpåfrestningar under sin brukstid, både in- och utvändiga. I figur 2 visas de flesta fuktpåfrestningar som bör tas i beaktande vid planeringen av en byggnad.



Figur 2. En överblick över fuktpåfrestningar på byggnad och byggnadsdelar för att ge en bild om varför fuktsäkringen är av stor vikt genom hela byggprocessen. /14/

I figur 3 nedan visas några urklipp av resultat från programmet *TorkaS* för en betongplatta på mark med underliggande EPS isolering. Orten har valts till Umeå eftersom programmet är svenskt. Umeå ligger i samma klimatzon som Vasa. Uttorkningeberäkningen är från ett verkligt projekt.

Resultat från uttorkningsberäkning med TorkaS 3.1

Projekt:

Namn:

Företag:

Förutsättningar

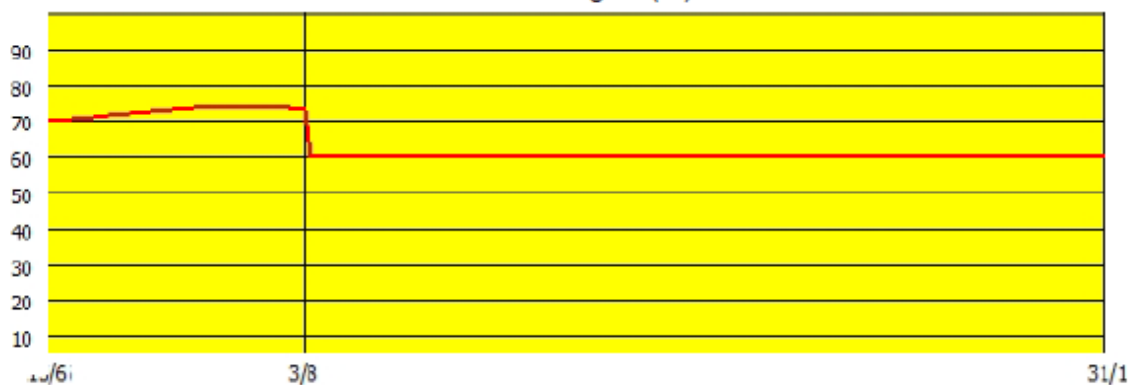
Platta på mark med underliggande cellplast

Gjutning: 15/6 2015
Tätt hus: 15/6 2015
Torkstart: 3/8 2015
Slutdatum: 31/12 2015
Ort: Umeå



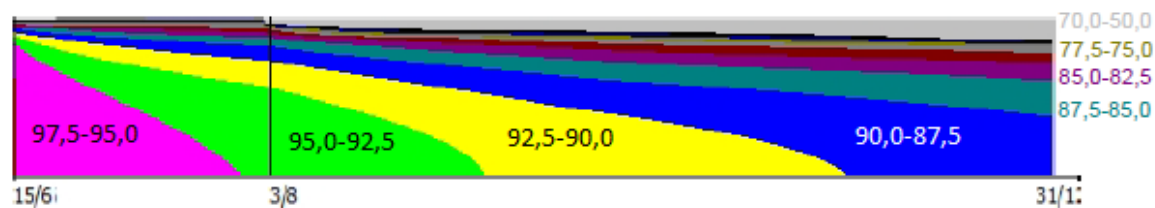
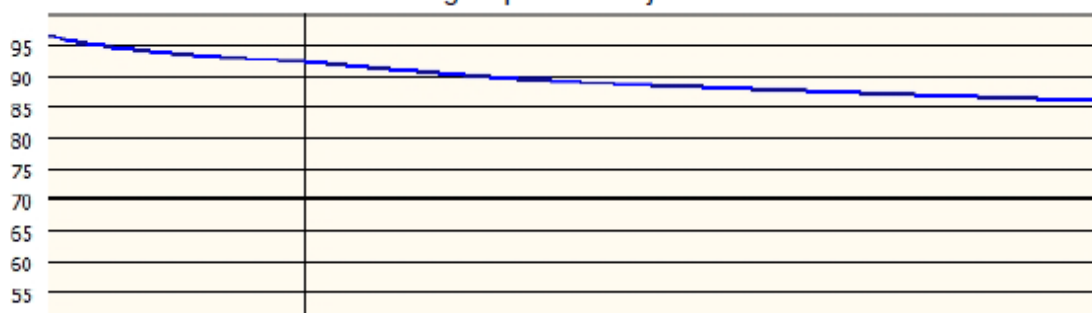
Tjocklek: 8cm
Vct: 0,60
Vattenhalt: 180
Cementhalt: 300kg/m3

Relativ fuktighet (%)



Resultat från beräkning

Relativ fuktighet på 40% av tjockleken



Figur 3. Nedersta bilden visar plattans relativa fuktighet vid 40% av tjockleken. /7/

2. DEFINITIONER

I detta kapitel definieras olika begrepp inom fukttekniken. Genom att ge en klarhet i vad olika begrepp innebär kan missförstånd undvikas. I figur 4 illustreras skillnaden mellan diffusion och konvektion

Fukt

Med fukt avses vattenånga, vatten eller is.

Fuktkonvektion

Transport av vattenånga på grund av differens i totaltryck.

Diffusionsspärr

Skikt som hindrar fukttransport. Se ångspärr.

Luftspärr

Skikt som hindrar eller minskar luftflödet genom en konstruktion.

Ångspärr

Skikt med uppgift att reducera fukttransport genom vattenångdiffusion och fuktkonvektion.

Fuktspärr

Hindrar eller minskar fukttransport, oftast på grund av kapillärsugning.

Tätskikt

Skikt tätt mot vatten i vätskeform.

Kapillärbrytande skikt

Materialsikt som hindrar kapillärsugning, oftast grovporigt med krav på tillräcklig tjocklek. Fuktspärr och tätskikt är också kapillärbrytande.

Vattenavvisande yta

En yta med egenskaper som gör att vatten i vätskeform inte tränger in.

Ånghalt

Samma som densiteten för vattenånga, beror av vattenångans massa och volym.

Relativ fuktighet, (RF)

Luftens fuktinnehåll i förhållande till luftens maximala fuktupptagningsförmåga utan att kondensera. Ändras i förhållande till luftens temperatur.

Fukthalt

Andel av förångningsbart vattens massa i förhållande till total volym.

Fuktkvot

Kvot av förångningsbart vattens massa och materialets massa

Permeabilitet

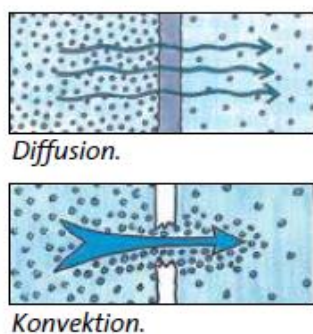
Ett materials genomsläpplighet för vätskor och gaser på grund av skillnader i tryck.

Ånggenomgångsmotstånd

Ett skikts motstånd mot genomträngning av vattenångor på grund av skillnader i ånghalt.

Dränerande skikt

Ett skikt genom vilket vatten i vätskeform kan rinna med hjälp av tyngdkraftens verkan och som skall avleda vatten i eller intill konstruktioner.



Figur 4. Illustration av diffusion och konvektion. /9/

Diffusion

Transport av vattenånga från fuktiga material eller fuktig luft till torrare material eller torr luft.

Konvektion

Luftransport av vattenånga genom konstruktioner på grund av skillnader i tryck

Vid mätning av fukt är det vanligt att mäta fuktkvoten eller den relativa fuktigheten. Vid mätning av *fuktkvot* fås vikten vattenmängd i en viss volym av ett material i förhållande till vikten av samma massa i ett torrt material. Den *relativa fuktigheten* mäter fuktnivån i materialets luftporsystem. Relativ fuktighet (RF) anger mängden vattenånga i förhållande till den maximala mängd vattenånga som luften kan innehålla vid aktuell temperatur. Ett materialspecifikt samband finns mellan fuktkvoten och den relativa fuktigheten. /3/

3. RISKKONSTRUKTIONER OCH KRITISKA MOMENT

I detta kapitel kommer riskkonstruktioner och kritiska moment att tas upp och deras utförande gällande fuktsäkerhet. Mottagning och lagring är den första kritiska punkten som kommer emot på en byggarbetsplats. Dåligt planerad lagring fördröjer inte bara arbetet utan risken för att fuktigt material byggs in i konstruktionen ökar också avsevärt. Vidare berättas om konstruktionslösningar för de vanligast förekommande konstruktionerna vid nybyggande. På Träguidens internetsidor som utgivits av Svenskt Trä finns bra exempel på olika konstruktioner och deras utformning /30/. Efter många kapitel följer punktlister, där nämns de saker som kan vara extra viktiga att ta i beaktande gällande en viss konstruktionstyp eller del av byggprocessen.

3.1. Mottagning och lagring

Att välja material av bra kvalitet är något som är av stor vikt i byggprocessen. Det är därför också viktigt att materialet är väl förpackat och har rätt fuktnivå. Att bygga in fuktigt eller smutsigt virke är något som kan ge upphov till fuktskador och problem med dålig lukt.

Vid mottagning av material ska kontroller utföras och en översyn göras för att upptäcka eventuell blånad, missfärgning, mikrobiell påväxt eller andra skador. Genom att göra fuktmätningar kan det säkerställas att fuktkvoten i trämaterialiet är tillräckligt låg. Vid kontroll av isolering och gipsskivor är kondens på insidan av förpackningen något att uppmärksamma.

Efter att mottagningskontrollerna genomförts är det viktigt att materialet lagras på rätt sätt. Detta ställer krav på både lagringsmöjligheter på byggarbetsplatsen och en bra materialadministration med planerade leveranser för att undvika långa lagringstider. Olika material kräver olika lagringssätt och i mån av möjlighet kan de material som skall användas inomhus till fördel lagras inomhus. Vid lagring utomhus skall materialet skyddas mot nederbörd och markfukt. Därtill krävs även god ventilation så att kondens inte uppstår på insidan av förpackningen. /17/

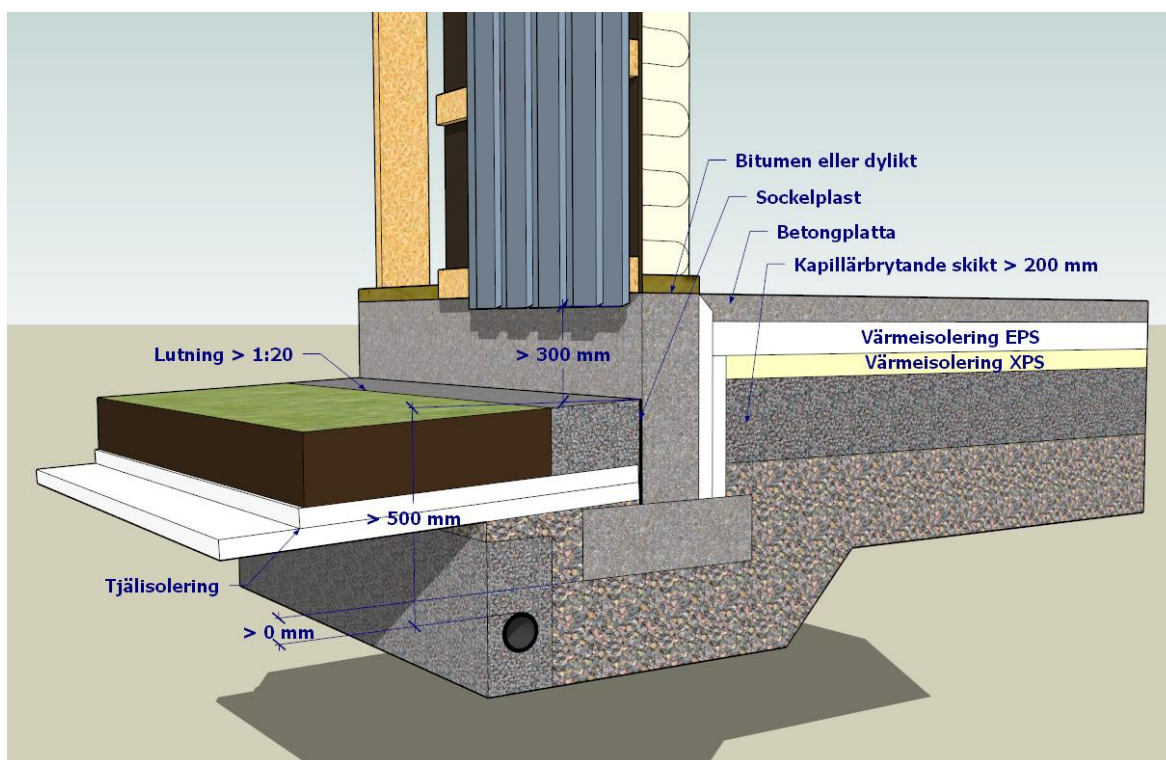
- Kontrollera om skador, missfärgning och mikrobiell påväxt finns på materialet.
- Gör fuktmätningar.
- Kondens på insidan av förpackningar skall ventileras ut.
- Skydda materialet mot nederbörd och markfukt.
- Lagra inomhus om möjligt, speciellt de material som skall användas inomhus.
- Kontrollera fuktkvot innan inbyggnad, virke som byggs in får inte ha högre fuktkvot än 16 %.

3.2. Golvkonstruktioner

Konstruktionen skyddas mot markfukt med hjälp av dränering och kapillärbytande skikt i kombination med isolering. Det kapillärbrytande skiktets tjocklek skall vara minst 0,2 m. Om jordmaterialet består av lera eller silt kan en markväv bredas ut så att jord inte blandas med det kapillärbrytande skiktet. Markytan runt byggnaden bör ha ett minimifall på 1:20 och regnvatten ska ledas bort med hjälp av regnvattenavlopp. Blomrabatter och annan växtlighet intill grundkonstruktionen skall undvikas helt eftersom dessa ger en mycket hög fuktbelastning på intilliggande material. Grundläggningsdjupet bör vara tillräckligt för att undvika att tjälskador uppstår. I RT-kort 81-10854 hittas alternativ på olika grundkonstruktioner, både för platta på mark och olika typer av krypgrunder. /3//5/

3.2.1. Platta på mark

Markfukt är ur fuktsynpunkt det största problemet vad gäller platta på mark. Plattan isoleras vanligen underifrån för att förhindra att markfukt tränger upp i konstruktionen och för att hålla plattan vid rätt temperatur. Hålls plattan vid rätt temperatur minskar risken för att kondens uppstår och det leder till att risken mögelpåväxt reduceras. Därtill skall ett tillräckligt tjockt skikt av kapillärbrytande singel finnas under isoleringen. I figur 5 på nästa sida visas en vanlig lösning för plattor på mark. Plattor med överliggande värmeisolering tas inte upp i detta arbete.



Figur 5. Platta på mark. För att uppnå ett bättre skydd mot markfukt kan ett understa lagret värmeisolering vara av typen XPS. Det kapillärbrytande skiktet och motliggande kross kan skiljas åt med en markduk.

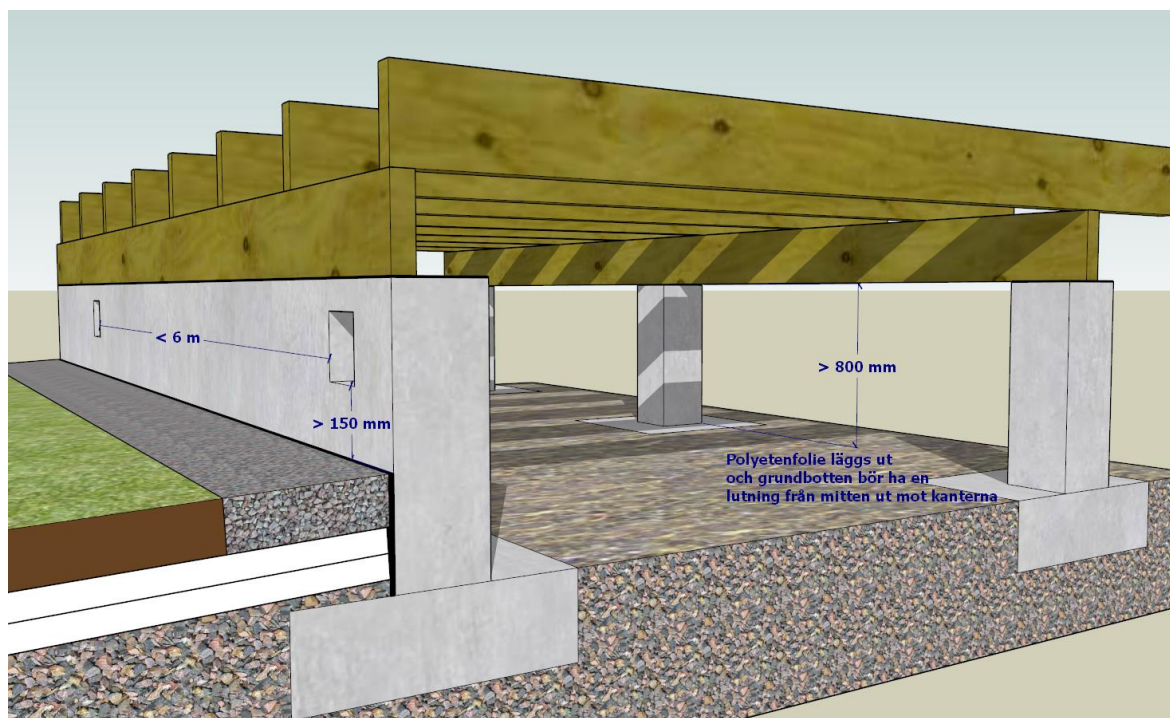
I en betongplatta på mark sker uttorkningen först vid ytan medan fuktkvoten hålls högre längre ner i plattan. För att bedöma om betongen har torkat tillräckligt skall regelbundna fuktmätningar göras. Mätningarna bör göras på ett 2/5 djup av plattans totala tjocklek för att inte vara missvisande. Plattans yta kan nämligen vara torr även om plattan inte har torkat klart. Det är viktigt att plattan uppnår rätt fukthalt innan någon golvbeläggning läggs på. Läggs tät golvbeläggning på en platta som inte torkat tillräckligt sker en utjämning av byggfukten, vilket resulterar i att skiktet under golvbeläggningen får en högre fuktkvot. Med för hög fuktkvot vid limning av PVC-matta finns en stor risk att limmet inte torkar fullständigt och efter en tid kan en stickande lukt börja kännas av som irriterar slemhinnor och luftvägar.

Torktiden för en betongplatta beror på flera olika faktorer, t.ex. plattans tjocklek och betongkvalité. Om uttorkningen sker en- eller tvåsidigt har också en stor inverkan. Vid val av betong med lägre vattencementtal förkortas torktiden. Användningen av olika tillsatsmedel kan förkorta torktiden. Det är viktigt att hålla plattan ren eftersom en ren platta inte lika lätt drar till sig fukt och torkar därför snabbare än en smutsig. Är plattan ren från jord minskar man dessutom risken för mikrobiell påväxt. Genom att mata in olika data i programmet *TorkaS* såsom ort, betongkvalité, vattencementtal och plattans tjocklek kan torktiden för en bestämd platta uppskattas. /1//3/

- Gör fuktmätningar för att kontrollera torkningsprocessen, mät alltid på 2/5 (40 %) v plattans totala tjocklek.
- Se RT-kort 81-10854.
- Kapillärbrytande skikt med tjocklek minst 200 mm under värmeisoleringen

3.2.2. Bjälklag med krypgrund

En krypgrund innebär ett slutet utrymme under bottenbjälklaget. Utrymmet i krypgrunden kallas för kryprum. I figur 6 visas ett exempel på hur en uteluftsventilerad krypgrund kan utformas. Krypgunden har flera fördelar. Kapillärsugningen upp i bottenbjälklaget undviks vilket annars är ett problem med en platta på mark. Grunden är väldigt anpassningsbar till olika markförhållanden och terrängtyper vilket drar ned kostnaderna på markarbetena. Genom att analysera markförhållandet för varje enskild grund vid nykonstruktion kan rätt lösning för krypgrunden väljas.



Figur 6. Exempel på uteluftsventilerad krypgrundslösning

Markens höga värmekapacitet gör att temperaturen i kryprummet inte hänger med när uteluftstemperaturen varierar. När det på sommaren strömmar in varm uteluft till kryprummet så kyls luften ned. Detta kan ge en relativ luftfuktighet (RF) på upp till 80–100 %. Många mögelarter har optimala tillväxtförhållanden vid 90–95 % RF och börjar växa redan vid 75–80 % RF.

Det finns många alternativ för att undvika problem. Genom att välja material som kan hållas rena och som är någorlunda resistent mot mögelpåväxt kan många riskfaktorer elimineras. Rent konkret bör kryprummets utformning och tekniska egenskaper vara sådana som inte gynnar mögeltillväxt. Om den relativa fuktigheten (RF) hålls vid säkra värden (75 %) förebyggs detta avsevärt. /2//3//16//28/

I följande stycken berättas om de vanligast förekommande typerna av krypgrund, dvs. plintgrund, uteluftsventilerad krypgrund och inneluftsventilerad krypgrund.

3.2.3. Plintgrund

En plintgrund innebär att byggnaden ställs på plintar eller pålar, som skall ha förts ned till fast botten eller tjälfritt djup. Sockeln är i princip öppen, men kan dock förses med gles beklädnad som inte hindrar genomströmningen av luft. Vid bygge av sommarstugor i skärgården är plintgrund ett vanligt alternativ. Finns behov av vattenledningar kan de dras i värmeisolerade lådor.

Bjälklaget utsätts inte för några större fuktpåverkningar eftersom lufttemperaturen och den relativa fuktigheten (RF) blir i stort sett samma både ute och i kryprummet. Bjälklaget ska vara lufttätt och valfri värmeisolering kan användas. Om marken under är kapillärsugande bör jordlagret bytas ut mot ett kapillärbrytande skikt av till exempel singel (#8-16). Behovet av dränering beror på om det finns risk för att vatten blir stående under byggnaden. /3//5/

- Träkonstruktioner avskiljs från betongplint med syllisolering, bitumenfilt eller motsvarande.
- Står byggnaden i en sluttning kontrolleras bör även den övre delen bli väl ventilerad.

3.2.4. Uteluftsventilerad kryppgrund

Denna typ av kryppgrund ventileras med uteluft och värmeisoleringen finns i bjälklaget. Den värmetekniska fördelen med krypprum går förlorad om ventilationen blir för kraftig. Detta leder också till att det tjälfria djupet blir lägre och risk för tjälskador uppstår. Med hänsyn till ovannämnda problem skall ventilationen avvägas noggrant så att den blir tillräckligt stor ur fuktsynpunkt men tillräckligt liten med hänsyn till energi och grundläggning.

Grundläggningsdjupet beror på bjälklagets värmeisolering, ventilationsintensiteten, grundmurarnas värmemotsånd samt om det finns värmeisolering på krypprumsbotten. Ventilation av krypprummet sker vanligen med hjälp av ventiler på motstående sidor i grundmurarna. Den relativa fuktigheten sjunker vintertid eftersom ventilationsluften värms upp av bjälklaget och marken så länge det inte förekommer någon annan form av fukttillförsel. Under sommaren kyls luften istället ned, mest på grund av den kalla marken, vilket resulterar i en förhöjning av den relativa fuktigheten. Skadorna kan variera mycket beroende på krypprum.

Med hänsyn till ventilation, fuktavgivning och konstruktionsutformning skall följande iakttagelser göras för att uppnå ett fuktsäkert resultat.

Storlekarna som anges i tabell 1 som följer efter stycket motsvarar en självdragsventilation på ungefär $3 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$. Det förutsätter att strömningsmotståndet hålls inom marginalerna och att ventilerna placeras 0,15 m över mark. Minimiatståndet mellan ventilerna är 6 m och deras storlek bör vara minst 150 cm^2 . Ventilernas totala area ska vara minst 0,04 % av krypprummets yta. En jämn fördelning av ventilerna längs de yttre grundmurarna krävs och

för att få tillräcklig med luftrörelse i hörnen skall avståndet från grundmurens yttre hörn till ventilen inte vara större än 0,5 m. Ifall intagsöppningarna inte kan monteras raka på angivet sätt utan sneddragningar och böjar krävs på grund av låg sockel, kan mekanisk ventilation med en frånluftsfläkt monteras. Med fläktdrift tillkommer vissa risker. Ett exempel är avstängning för att spara energi: Det är därför viktigt att beställaren informeras om alla eventuella risker. /3//5/

Tabell 1. Ventilationsflöden i en uteluftsventilerad krypgrund. /3/

Material i bottenbjälklag	Minsta luftflöde per m ² vid fläktventilation	Minsta effektiva öppningsarea per 100 m ² bjälklagsarea vid självdragsventilation ¹⁾	
		Vindutsatt läge	Vindskyddat läge
	m ³ /h	m ²	m ²
Trä	1	0,05	0,10
Lättbetong	2(1) ²⁾	0,10	0,20
Betong	1(0,5) ²⁾	0,05	0,10

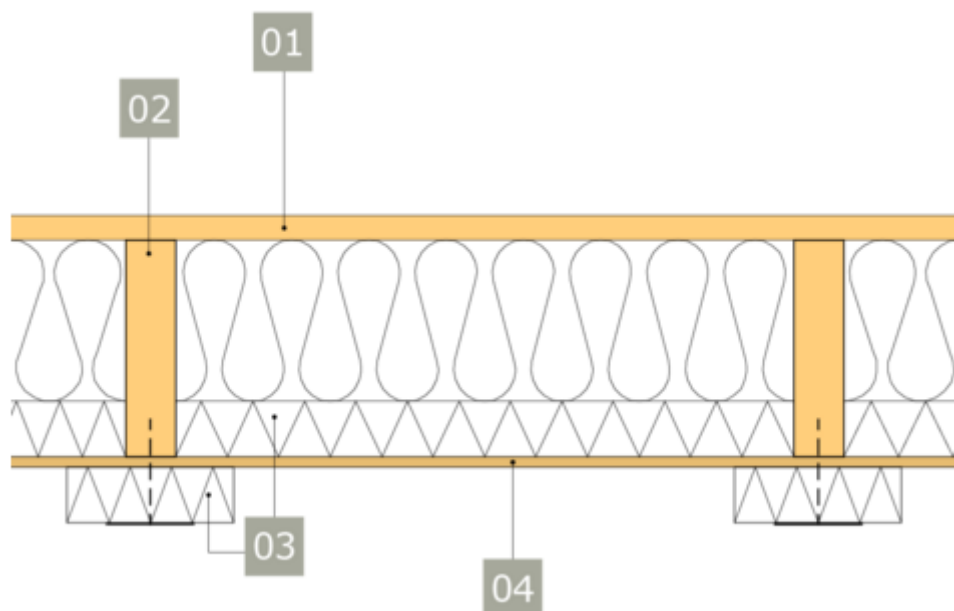
¹⁾ Friliggande hus i öppen terräng anses vara i lägen utsatta för vind. Tätliggande gruppbebyggelse anses vara i läge skyddat för vind, i vissa fall kan fläktventilation behöva tillämpas.

²⁾ Dessa värden kan tillämpas om bottenbjälklaget är tillräckligt uttorkat.

Inne i kryprummet är plintar med bärande balkar att föredra framför grundmurar med håltagningar eftersom det ger en bättre luftrörelse. Inspektioner av kryprummet underlättas också av detta. För att skydda bjälklaget mot avdunstning från marken skall alltid en plastfolie läggas ut. Kravet är en åldersbeständig polyetenfolie med en tjocklek på minst 0,20 mm. Folien skarvas med 500 mm överlapp och skall täcka hela grundbottenytan. Med kapillärbrytande underlag skall plastfolien avslutas maximalt 20 mm från grundmuren. Är underlaget endast dränerande och inte kapillärbrytande bör plastfolien täcka hela grundbottenytan. För att få plastfolien att hållas på plats kan stenar användas, vid defekter i folien suger de inte upp fukt från grunden, som bland annat sand skulle göra.

En tunn värmeisolering kan med fördel läggas på grundbotten. Under sommaren fås då en lägre relativ fukthalt även om den på hösten och vintern blir lite högre. Isoleringen placeras helst ovanpå folien även om det har den nackdelen att eventuella vattenläckage kan lägga sig på folien utan att synas. Läggs värmeisoleringen underst ska den klarar av en relativ fuktighet på 100 %. Grundbotten kan också isoleras med ett dränerande material så länge det finns ett kapillärbrytande skikt under. Då är det viktigt att ingen plastfolie läggs på grundbotten, eftersom folien skulle hindra vatten att rinna igenom isoleringen ner till marken. Däremot kan en fiberduk läggas ut för att skilja på de dränerande och kapillärbrytande materialen.

I träbjälklag finns det stor risk att röta eller mögel angriper mot kryprummet exponerat trä. Genom att montera en blindbotten av 50 mm cellplast eller liknande kan detta förebyggas. Värmeisoleringen i bjälklaget bör hållas inom rimlig tjocklek. Alltför tjock isolering sänker nämligen temperaturen i kryprummet och fuktförhållandena försämras. Detta kan förebyggas med grundbottenisolering som tidigare nämnts. /3//5/ Typlösning för blindbotten visas i figur 7.



Figur 7. Exempel på hur en blindbotten kan utformas. 1. Golvmaterial 2. Bärande bjälke 3. Värmeisolerande blindbotten 4. Genomträngningsskydd av t.ex. skiva. /28/

Betongbjälklag och lättbetongbjälklag ger en betongyta mot kryprummet och uppförs oftast av element. Betong är i sig självt inte ett fuktkänsligt material men kondens som suggs upp i betongen kan ge problem. Därtill är betongens värmemotstånd så lågt att klimatet på betongens översida blir den samma som i kryprummet. Fuktvandring på grund av kondens från betongens undersida kan ge problem om trämaterial läggs ovanpå betongen utan någon typ av fuktspärr emellan. Betongbjälklagen kräver under uttorkningsskedet en kraftig ventilation för att inom rimlig tid uppnå erforderlig torkningsgrad och för att förhindra armeringen korroderar. /3//5/

- Använd plintar som upplag hellre än grundmurar med stora öppningar.
- Placera ventilationsöppningarna strategiskt så att god ventilation erhålls.
- Innerhörnen i L-formade hus är ett ställe att uppmärksamma gällande fördelningen av ventilationen. Speciellt om innerhörnet kombineras med en terrass.
- Undersidan av betongbjälklag ska inte behandlas eller beklädas eftersom detta hindrar uttorkningen av betongen.
- En lutning från grundbottens mitt ut mot grundmurarna finns för att leda eventuellt vatten till dräneringen.
- Runt om och under grundmurar och grundbalkar skall det finnas ett kapillärbrytande och dränerande skikt så att vatten slipper fram till dräneringsledningen.

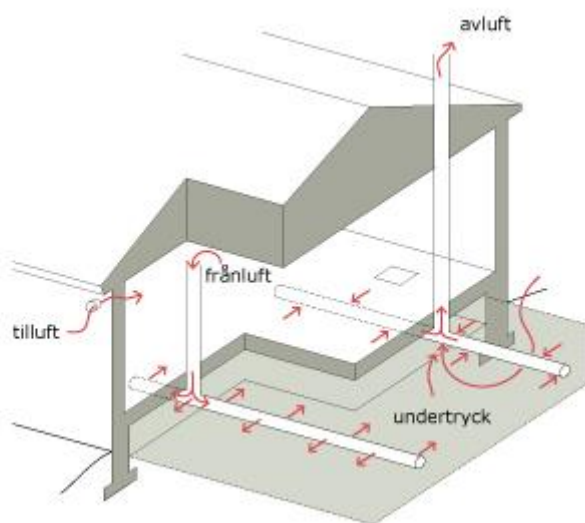
- Syllen är den mest utsatta delen i ett träbjälklag. Syllen ska alltid placeras ovanpå grundmuren för bästa möjliga ventilation.
- Vid montering ska syllens fuktkvot vara högst 20 % och avskiljas från betongen med membranremsa av bitumen eller liknande.
- Runt värmerör i kryprummet och grundbotten bör avdunstningsskydd finnas.
- Plastfolie med tjocklek 0,20 mm skall läggas på grundbotten förutom om dränerande grundbottenisolering används.
- Kryprummets höjd bör vara minst 0,8 m.
- Byggavfall och förmultnande material skall avlägsnas från kryprummet.
- Kryprummet skall inspekteras regelbundet av fastighetsförvaltaren.
- Se RT-kort 81-10854

3.2.5. Inneluftsventilerad krypgrund

Ett inneluftsventilerat kryprum är en energieffektiv lösning där kryprummet och bottenbjälklaget värms upp med frånluftens värmeinnehåll. Se exemplet i figur 8.

Värmeisoleringen placeras på grundbotten och bjälklaget lämnas i stort sett oisolerat. För att dämpa stegljud kan en isolering med tjocklek på max 50 mm dock väljas. I de flesta fall tas frånluften från våtrummen även om det ur fuktsynpunkt vore bättre att ta luften från till exempel sovrum eller vardagsrum. Det finns tre vanligt förekommande typer av ventilationssystem. /3/

- Med *undertryckssystem* sugs luften in i kryprummet genom undertryck som skapas med hjälp av en fläkt i frånluftskanalen från kryprummet.
- Ett *balanserat system* fungerar med både en tilluftsfläkt med filter samt en frånluftsfläkt.
- I *övertryckssystemen* placeras fläkten i tilluftskanalen till kryprummet.



Figur 8. Bilden visar en av principerna för en inneluftsventilerad krypgrund. /29/

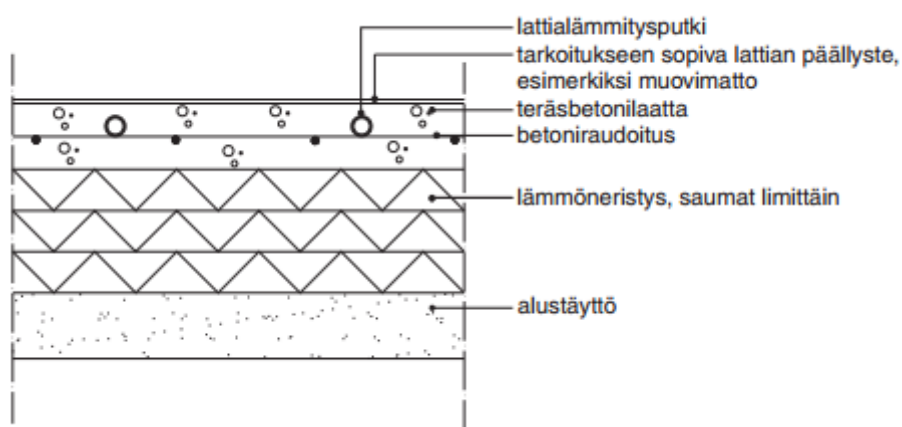
Grunden i ett inluftventilerat kryprum ska vara lika lufttät som övriga delar av klimatskalet. Det uppnås som tidigare nämnts med en plastfolie som täcker grundbotten och grundmurarna. Folien skyddar även mot markavdunstning. Plastfolien skarvas lufttätt och ansluts till ytterväggens ångspärr. För att undvika köldbryggor vid syllar och upplag på grund av låga temperaturer och kondensrisk kan grundmurarna till fördel värmeisoleras från utsidan. Grundläggningsdjupet minskar dessutom med en utvändig värmeisolering. /3//16/

- I breda byggnader > 8 m räcker det att placera värmeisoleringen längs yttre grundmurarna.
- Värmeisoleringen på grundmurarna skall helst vara på utsidan.
- En plastfolie som täcker hela markytan bör finnas av två skäl:
 - Hindra avdunstning från mark och reducera risk för mögeltillväxt.
 - För att få täthet mot luftläckage genom grundmurar och grundbotten.
- Plastfolien skarvas lufttätt och ansluts till ytterväggens ångspärr.
- Anslutningar i folien tätas med tätningslister, fogskum eller fogmassa.
- Plastfolien kan placeras under såväl som ovanpå värmeisoleringen om isoleringsmaterialet tål en relativ fuktighet på 100 %, dock bör ett dränerande skikt alltid finnas underst.
- Ventilationssystemet skall dimensioneras så att effekterna av igensatta luftfilter tas i beräkning.
- En god fördelning av tilluften till kryprummet.
- Luftintag i golvnivå skall undvikas för att förhindra att damm följer med luftströmmen och hamnar i kryprummet.
- Fastighetsägaren skall instrueras om skötseln av systemet.

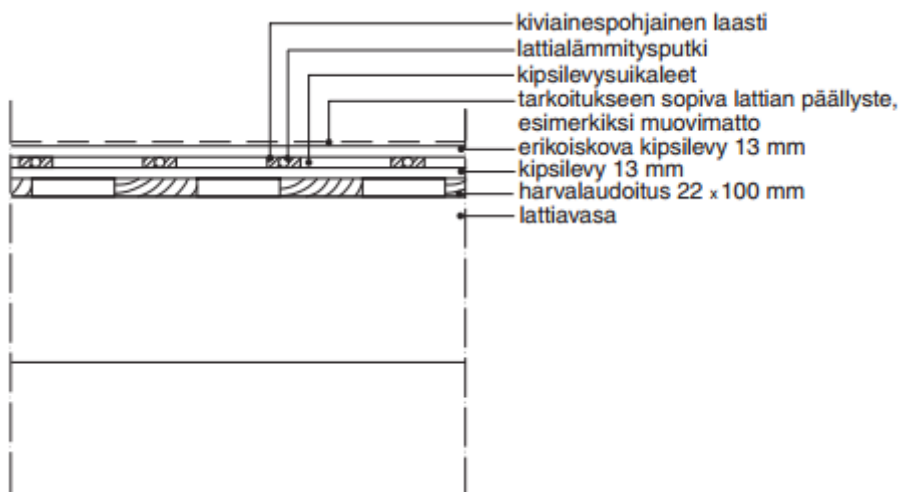
3.2.6. Golv med golvvärme

Vid uppvärmning med golvvärme anses det att golvtemperaturen inte bör överstiga 27 °C. Användning av golvvärmesystem kräver att en värmeisolering finns under betongplattan. Ibland läggs golvvärmeledningarna omedelbart under golvet och ovanpå värmeisoleringen, till exempel vid mellanbjälklag. I figur 9 visas ett system med vattenburen golvvärme och betongplatta. Figur 10 ger exempel på vattenburen golvvärme i kombination med ett träbjälklag.

Med underliggande värmeisolering kan ingen diffusion av fukt uppåt från marken ske vintertid, eftersom plattan då har en mycket högre temperatur än marken. Det finns dock saker att tänka på. /3/



Figur 9. Vattenburen golvvärme i betongplatta /26/



Figur 10. Vattenburen golvvärme på träbjälklag /26/

På våren när värmen oftast stängs av eller sänks har marken under byggnaden värmts upp och kan vid otillräcklig värmeisolering få en högre temperatur än golvet. Detta resulterar i ett fuktflöde uppåt som kan orsaka skador under golvet på grund av hög relativ fukthalt eller kondens. Att ha en tillräckligt tjock värmeisolering förebygger detta genom att temperaturen

i marken sommartid hålls lägre än betongplattans. Detta gör att den relativa fukthalten inte överskrider tillåtet värde. Vanligen krävs ett värmeisoleringslager på minst 150 mm. /3/

- Trägolvet skyddas med ångspärr på betongplattan.
- Koppla på uppvärmningen i god tid med hänsyn till byggfukt och betongens uttorkning.
- En tillräckligt tjock värmeisolering som håller marktemperaturen några grader under rumstemperaturen.
- Mer info i RT-kort 52-10801

3.3. Väggkonstruktioner

För att uppnå fuktsäkert och energieffektivt byggande med god ljudisolering bör byggnaden vara lufttät. Det lufttäta skiktet bör finnas på rätt sida av konstruktionen, vanligtvis på byggnadens varma sida. Genom att utföra blower-door test under byggnadstiden kan i tidigt skede eventuella luftläckage upptäckas och åtgärdas.

Ytterväggens anslutning till underliggande konstruktion skall brytas med en membranremsa av bitumen eller liknande. Detta förhindrar fuktvandring upp till väggkonstruktionen på grund av kapillärsugande effekt i grundkonstruktionen. Enligt Finlands Byggbestämmelsesamling C2 skall den nedre kanten av ytterväggen som vätter ut mot det fria vara minst 0,3 m ovanför den omkringliggande markytan. Slagregn är något som belastar fasaden i stor utsträckning men som sällan tas i beaktande i planeringsskedet. Hur mycket slagregnet belastar fasaden beror på slagregnets intensitet, vilket fasadmateriäl som använts, förekomst av sprickor och deras storlek samt på omgivningen som byggnaden befinner sig i. Om byggfukt eller vatten tränger in i väggen från in- eller utsidan skall detta inte medföra hälsorisker eller skador på konstruktionen. Vindskyddet på utsidan av en ventilerad yttervägg bör ha ett så litet ånggenomgångsmotstånd att byggfukt och tillfälliga fuktbelastningar kan torka utan att medföra skada. /3//5//17/

3.3.1. Träregelvägg

En vanlig träregelvägg byggs upp av lodräta bärande regler och skall, med början från utsidan, bestå av fasadbeklädnad, luftspalt, vindskydd, värmeisolering, ångspärr och invändig beklädnad. Med dagens höga krav på isoleringsvärde är det vanligt att korsande regler används, oftast på insidan, för att miska köldbryggorna. Med korsande regler på insidan placeras oftast ångspärren mellan de lodräta och vågräta reglarna. Därmed kan el-installationer dras utan att behöva gå igenom ångspärren.

För bästa värmeisoleringsförmåga placeras vindskydd på utsidan och en ångtät plastfolie på insidan. Görs detta rätt fås ur fuktsynpunkt en problemfri konstruktion. Vid indragen ångspärr skall tilläggsisoleringen av praktiska skäl inte vara mer än 50 mm eller 1/4 av den totala isoleringstjockleken.

Fasadskiktet ska klara av de slagregn som byggnaden utsätts för. Vid väggar med skalmur finns i detta avseende en del saker som bör tas i beaktande. Utförs skalmuren med en 20 mm luftspalt finns det risk för att överskottsbruket som lämnar på murens baksida leder vatten mot träväggen och ännu därtill täpper till luftspalten. I dylika fall kan på regelväggen lämpligen läggas en utanpåliggande vattenavvisande värmeisolering och eventuellt vatten kan då dräneras ut i botten.

För byggnader särskilt utsatta för slagregn finns några olika alternativ. Plastfolien kan tas bort och vindskydd med högre ånggenomgångsmotstånd monteras, då fås en bättre genomluftning av väggkonstruktionen och ett bättre skydd mot inträngade vatten utifrån erhålls. Invändigt tätas skivskarv med fogmassa och spackling. För att förebygga ventilationsproblem kan luftspalten göras 50 mm med ventilationsöppningar nedtill och upptill. Skalmuren kan i vissa fall behandlas med vattenavvisande medel. I de byggnader som inte utsätts för slagregn i större utsträckning kan trästommen utföras som vanligt. /3//22/

- En träbeklädd fasad eller skalmur som inte utsätts för intensivt slagregn förses med en invändig polyetenfolie på 0,20 mm som lufttätning och ångspärr.
- En träregelvägg med utvändig skalmur bör utföras så att det på träreglarna läggs en utanpåliggande vattenavvisande värmeisolering.
- Med skalmur som utsätts för slagregn görs luftspalten 50 mm och luftöppningarna upp- och nedtill skall hållas fria.

3.3.2. Skalmur

På grund av höga krav på värmeisoleringsförmåga utförs nästan alltid tegelväggar som en isolerad hålmur. Den inre väggdelen är oftast bärande och väggdelarna binds ihop med kramlor som bör ge viss mån av rörelse möjlighet mellan väggdelarna. Luftspalten mellan värmeisolering och skalmur är inte en nödvändighet i detta fall, men rekommenderas.

En byggnadstekniskt rätt utförd skalmur ger inte slagregn möjlighet att tränga in i väggen. Normalt utförs en tegelvägg utan ångspärr. Teoretiskt kan kondens mot skalmurens insida uppstå men det rör sig om så små mängder att de sugs upp av skalmuren och utgör inget hot för fuktskador i jämförelse med slagregn. Lufttätheten hos en murad vägg är aldrig total, om insidan inte putsas finns inget lufttätt skikt i väggkonstruktionen. För att hindra fuktkonvektion men framförallt med hänsyn till energihushållningen bör någon av väggdelarna som ligger mot värmeisoleringen slmmas. Vilken sida som slmmas varierar. Med hänsyn till lufttätheten är det till fördel att slamma utsidan av den inre väggdelen, men mot slagregn är det bättre om insidan av skalmuren slmmas. /3//4//22//23/

- I Finlands byggbestämmelsesamling B8 och RT-kort 82–10510 samt 82–11006 hanteras tegelkonstruktioner.
- Slamma en av väggdelarna, vanligen med kalk/cement-bruk.
- Slagregn dräneras ut genom luftspalten.

3.3.3. Källarytternväggar

Källarytternväggar är oftast gjorda av platsgjuten betong, murblock eller prefabricerade element som sedan kompletteras med lämplig värmeisolering och fuktskydd. För att väggen ska klara dränering och kapillärbrytning kan tre olika principer tillämpas.

- Ett tätt kapillärbrytande skikt på väggens utsida, t.ex. membranisolering, och motfyllning med dränerande material
- En luftspaltbildande skiva på väggens utsida som fungerar kapillärbrytande och motfylls med dränerande material
- Värmeisolering utvändigt som fungerar både kapillärbrytande och dränerande samt återfyllning med dränerande material.

Byggnadsdelar under grundvattennivån skall utföras vattentätt men detta tas inte upp i denna anvisning. För väggdelar ovanför markytan gäller samma krav som för ytternväggar.

Fuktpåverkningarna på en källarytternvägg är många. Vattenånga i inomhusluften och i motliggande jordmaterial, kapillärt bundet vatten och fritt vatten samt byggfukt är några. Ur fuktsynpunkt är källarytternväggar mycket komplicerade eftersom förhållandena är så olika under och över marknivån. Temperaturförhållandena varierar mycket under markytan och gör det nästan omöjligt att undvika en hög relativ fuktighet i ytternväggar kring uppvärmda källarutrymmen.

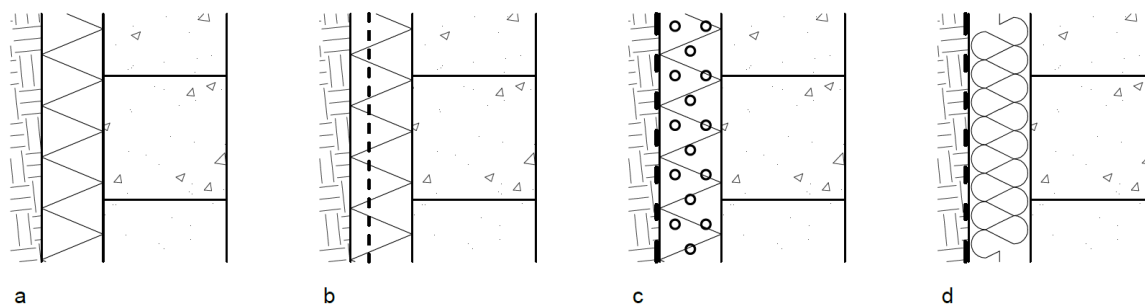
Anslutningar till mellanbjälklag och ytternvägg utföras täta så att rinnande vatten inte kan tränga ner i konstruktionen. Lufttätet skall uppnås och köldbryggor undvikas. Fuktransport från källaren upp i övriga konstruktionsdelar skall förhindras. Mellan källarvägg och källargolv skall vatteinträngning på grund av uppdämning förhindras. Därför bör vatten ha möjlighet att rinna förbi så enkelt som möjligt.

En källarvägg utsätts för fukt i olika former, se figur 3 på sidan 3. Fel utförda marklutningar gör att smältande snö och ytvatten kan rinna mot och längs med källarväggen. Slagregn som rinner längs fasaden och bristfällig takavvattnings gör att mycket vatten samlas intill byggnadens grundmur. En rätt utförd dränering krävs för att leda bort fritt vatten så att inte konstruktionen tar skada.

Betongkällarväggar utförs av platsgjuten betong eller betongelement. Sprickarmering och betongkvalité på minst K20 erfordras för att uppnå tillräcklig vattentätet. Väggen kan isoleras utvändigt eller utföras som en sandwich-konstruktion (vanligen element) med mellanliggande värmeisolering. Invändig värmeisolering bör undvikas eftersom fukt som tränger in i väggen inte kan torka ut. /3//13//26//28/

Murade källarväggar blir inte i sig själva täta mot vatten och måste därför förses med fuktskydd. Detta kan till fördel göras med en ventilerande sockelskiva, och membranisolering längst ned som extra fuktskydd. En vägg med sockelskiva bör vara putsad för att ge tillräcklig lufttätet. Vid värmeisolering gäller samma som för gjutna väggar. /3/

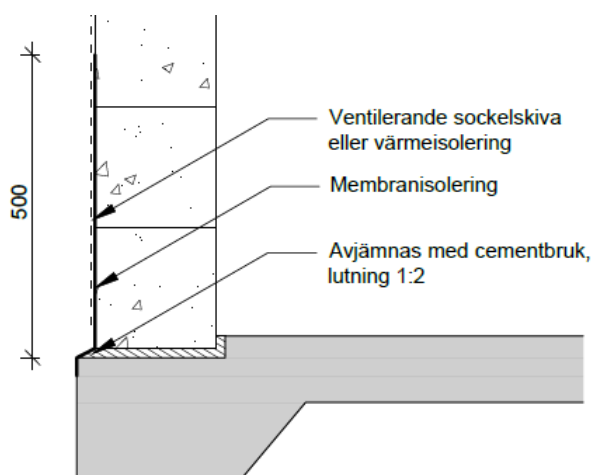
Utvändig värmeisolering med fungerande fuktskydd kan utföras som något av de fyra alternativen i figur 11.



Figur 11.

- Värmeisolering av cellplast där fukttätheten ligger i själva materialet och kräver att fogarna blir täta, ställer stora krav på arbetsutförandet. Återfyllningen bör vara dränerande.
- I detta alternativ är isoleringsmaterialet dränerade med hjälp av vertikala spår, detta ställer inte lika stora krav på ett dränerande återfyllningsmaterial men nedtill måste vattnet ledas ut från väggen till dräneringsledningen. Fiberduk mellan återfyllnadsmaterial och värmeisolering.
- En dränerande värmeisolering och fiberduk utvändigt, uttorkningen kan då lätt ske utåt. Fiberduken fördelar större vattenflöden och förhindrar material att tränga in i skivan. Återfyllningsmaterialet bör vara genomsläppligt i viss grad, använd inte lera eller andra finkorniga material med hög absorptionsförmåga.
- Värmeisolering med markskiva av mineralull med genomsläppliga egenskaper. En vattenavvisande skiva med dränerande återfyllning och markduk emellan gör att uttorkningen kan ske utåt utan större förhinder.

Dessa alternativ bör kompletteras med en membranisolering på 500 mm längst ner för att förstärka fuktskyddet och leda bort eventuellt vatten, se figur 12. /3//28/



Figur 12. Lutningen är för att leda bort eventuellt vatten..

- Luftspaltbildande skiva som utvändigt fuktskydd vid murad vägg, samt ett putsat ytskikt för lufttätet.
- En utvärdig värmeisolering ger bästa egenskaperna ur fuktsynpunkt.
- Använd gärna ett material med dränerande egenskaper vid återfyllning. Den extra kostnaden är liten men höjer säkerheten.
- Förstärk fuktskyddet längst ned med en membranisolering.
- Värmeisoleringens överkant skyddas eller utformas så att vatten inte kan tränga in.

3.4. Takkonstruktioner

Vattentakets huvudsakliga uppgift är att skydda byggnaden mot nederbörd, snö och smältvatten. Av denna orsak är vattentätet och takavvattning viktigt att ta i beaktande vid utformningen av taket. Utöver detta ska även taket projekteras med hänsyn till fukt i inne- och uteluften samt eventuell förekommande byggfukt. Taklutningar fås enligt rekommendationer från materialtillverkare och i RT-kort 85–11163 finns ytterligare information. /3//24/

Taklutningen ställer krav på vattentätet, t.ex. ett plattare tak kräver en tätare konstruktion. Viktigt att ta i beaktande är också att vatten kan bli stående på taket om förekomst av ojämnheter finns. Dessa är vanligen orsakade av egenvikt eller snölast men också på grund av smältande snö och is som hindrar avrinningen av vatten. Detta gäller i största utsträckning platta tak med lutningar mellan 1:100–1:16. På tak med små lutningar, > 1:16, skall vatten ha möjlighet att rinna av taket. Hårda vindar kan driva vatten uppför taket. Fogar och skarv bör därför utformas så att de klarar av denna påfrestning en längre tid. På ett brant tak med lutning större än 1:4 finns ingen risk för kvarstående vatten och därför ställs inte lika stora krav på fogar och dylikt.

Uppbyggnader, hinder och anslutningar till genomföringar har en avgörande betydelse för takets täthet. Detaljer på dessa kan sökas i RT-kort 85-10738. Utförandet på arbetsplatsen är av mycket stor vikt och alla föreskrifter och anvisningar bör tillämpas. /3//5//25/

De vanligast förekommande taktyperna tas upp i följande kapitel.

3.4.1. Tak över vindsutrymmen

Dessa tak är oisolerade med ett underliggande värmeisolerat vindsbjälklag och vindsutrymmet är uteluftsventilerat. Här kan fuktproblem uppstå i yttertaketets inneryta och i träbaserade material finns en stor risk för blånad och mögelpåväxt. Vattendropp på grund av kondens kan förekomma om plåt används som yttertak. Ett kondensskydd skall finnas under yttertaket med luftspalt mellan. Vindavvisare där yttertaket möter ytterväggen skall finnas för att förhindra yrsnö att dra in och för att hålla värmeisoleringen på plats längs ytterväggen. Alla genomföringar inifrån till vindsutrymmet skall tätas noggrant för att förhindra luftläckage.

I träbjälklag under vindsutrymmet fordras en plastfolie på insidan för att hindra fuktkonvektion och för att ge en erforderlig lufttäthet. Vid platsgjutna bjälklag av betong och bjälklagselement ger materialet i sig tillräcklig lufttäthet så länge fogar och genomföringar tätas noggrant. På översidan av betongbjälklaget kan en ångspärr placeras under värmeisoleringen för att förhindra att byggfukt stiger uppåt. Viktigt att tänka på då är att byggfukten måste ha möjlighet att torka nedåt. Innerytan får alltså då inte vara ångtät!

Till- och frånluftöppningar till vindsutrymmet skall ha en total area av 0,2 m² per 100 m² bjälklagsyta, en erforderlig bredd på minst 20 mm krävs. /3//5/

- Undertryck inomhus minskar fuktkonvektionen.
- Ångspärr på insida krävs på träbjälklag
- Betongbjälklag bör ha ångspärren på översidan under värmeisoleringen.
- Vindsutrymmet bör ventileras i erforderlig grad.
- Täta genomföringar noggrant, förhindra luftläckage utöver ventilation.
- Använd kondensskydd under takbeläggning.

3.4.2. Ventilerade tak

Yttertaketets ytmaterial skall vara tätt mot smältvatten och regn, för att täthet mot vattenånga utifrån skall uppnås. Den inifrån kommande vattenången tas hand om genom en ventilerad luftspalt på värmeisoleringens kalla sida. Ventilationen sker vanligen med hjälp av uteluft. Vindens verkan gör att luften strömmar igenom ventilationsspalten men även fläktar kan tas till hjälp för att höja luftflödet.

Till skillnad från tak över vindar kräver inte ventilerade tak en jämn temperatur och anghalt överallt utan ventilationsluften tillåts ändra tillstånd när den passerar i ventilationsspalten. Detta beror oftast på värmetillförsel inifrån. Med tjockare isolering fås en kallare luft och kallare luft har sämre fuktupptagande förmåga. Fuktupptagningsförmågan är ändå oftast tillräcklig för att ta hand om den fukt som kommer inifrån via diffusion om taket utförs med ångspärr enligt normerna. /3/

4. VÅTRUM

Våtrum är rum som till exempel badrum, duschutrymmen och tvättstugor. Golv och väggar i rum som utsätts direkt för vatten och hög fukthalt ska ha ett vattentätt ytskikt om de delar som angränsar till våtrummet inte tål fuktpåverkan i samma mån. I figur 13 visas en typisk våtrumskonstruktion.

”Våtrummens konstruktioner och avrinningen skall planeras och utföras så att vatten inte kommer åt att rinna eller förflyttas som kapillärströmning in i omgivande konstruktioner och rum.” (Finlands Byggbestämmelsesamling, C2, kap. 7.1.1)

”Vattenisoleringar och fogar i dem skall vara tillräckligt sega för att bestå de påfrestningar de utsätts för under byggtiden och tåla de rörelser som uppstår då rummet är i bruk.” (Finlands Byggbestämmelsesamling, C2, kap. 7.2.2)

Ytmaterialet i våtutrymmen bör väljas så att de är lätta att hålla rena, hygieniska och inte förhindrar fuktvandring till bakomliggande konstruktioner. /3//5/

4.1. Vattenisolering

Enligt riktlinjerna som finns i bestämmelserna relaterade till vattenisolering skall golvets tätskikt gå upp minst 100 mm på omkringliggande väggkonstruktion. Därtill bör fogar undvikas på de våtaste ställena i ett våtrum. Väggens vattenisolering skall överlappa vattenisoleringen från golvet om inte en foglös vattenisolering kan uppnås. Det är viktigt att vatten som rinner längs väggen inte på något sätt kan tränga in bakom golvets vattenisolering. Vattenisolering av våtutrymmen bör utföras endast av certifierade personer och enligt produkttillverkarens anvisningar.

Enligt Finlands Byggbestämmelsesamling C2 skall vatten- och avloppsledningar planeras, konstrueras och vara utrustade så att eventuella vattenläckage upptäcks i tid och inte orsakar vatten- eller fuktskador. Som tillägg till ovannämnda punkter bör rörledningarna vara isolerade på ett sådant sätt att kondensvatten inte skadar ledningen eller så bör det kondenserande vattnet kontrollerat ledas bort till avloppet. /3//5/

4.2. Golv i våtutrymmen

Golv i våtutrymmen bekläds oftast med PVC-matta där fogarna svetsas så att de blir helt täta eller med keramiska plattor i kombination med ett vattenbeständigt fästbruk. Vid användning av keramiska plattor krävs ett särskilt vattentätt tätskikt, lämpligen någon form av membranisolering. Golvets lutning från omkringliggande väggkonstruktioner bör vara 1:80 (minst 1:100) och runt golvbrunn skall lutningen vara 1:50 /20/. Av praktiska orsaker kan lutningen ställa till med problem I sådana fall godtas att endast ett tillräckligt stort område

runt golvbrunnen förses med fall. Kontrollera noggrant att bakfall eller svackor där vatten kan lämna inte uppstår. Svåråtkomliga golvytor till exempel under badkar skall alltid förses med erforderlig lutning. Vid genomföringar i golvet skall vattenisoleringen omsluta genomföringen ovanför golvnivå på vattentätt sätt till tätskiktet. Rörelser mellan golvbrunnen och tätskiktet skall undvikas, detta ställer krav på att golvbrunnen fixeras väl till underlaget. /3//18/

- Följ anvisningarna i RT-kort 84-11166 och 84-10793 för olika konstruktionstyper.
- Kontrollera att plastmattan är hel, fogarna täta och att genomföringar är tätt anslutna till tätskiktet.
- Se till att golvlutningarna är korrekt utförda.
- Fixera golvbrunnen väl till underlaget så att inte rörelser uppstår i förhållande till tätskiktet.

4.3. Våtrumsväggar

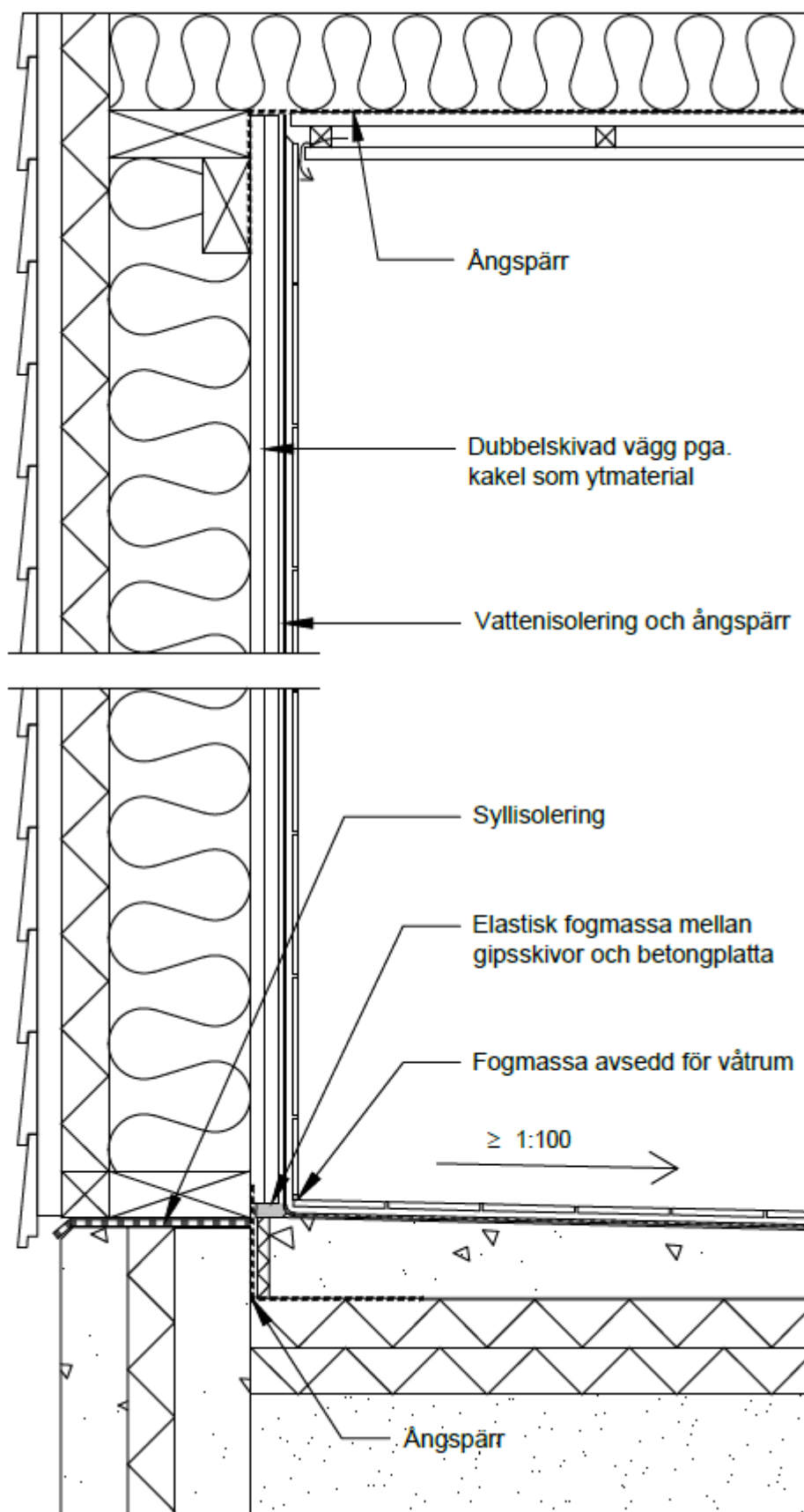
I våtrum bekläds väggarna vanligen med kakel, mattbeläggning eller vattenbeständig målningsbehandling. Ett annat alternativ som börjar bli allt vanligare, främst vid renoveringar, är plastlaminerade skivor. Väggreglar uppförs i vanliga fall på c600 mm medan det i våtutrymmen krävs en tätare indelning, lämpligen c300–400 mm. Detta för att uppnå tillräcklig styvhet i väggen så att inte tätskikt skadas på grund av deformationer orsakade av ytmaterialets tyngd (kakel) eller utrustning som fästs i väggen. Valet av skivtyp hjälper också till att förstyya väggen. Likaså kan vågräta reglar placeras på c1000 mm för att förbättra samverkan mellan de lodräta reglarna. Att lägga dubbla lager skivor är också ett alternativ men så länge brand- och ljudisoleringskraven inte kräver detta bör det undvikas för att underlätta uttorkningen av eventuell fukt. Mellan ytterväggar och våtrumsväggar bör finnas en luftspalt eller ett lufttätt skikt. /3//18//20/

- Se RT-kort 84-11166 kap. 3.2 och 84-10793 kap. 4

4.4. Tak i våtutrymmen

Taket i ett våtutrymme är ofta en självbärande konstruktion som hängs ned från befintligt tak för att ge extra utrymme åt VVS-installationer. Rördragningar i det mellanliggande takutrymmet måste isoleras med en diffusionstät värmeisolering med hänsyn till kondens. Takets ångspärr ansluts luft- och vattentätt till väggens tätskikt och alla anslutningar tätas noggrant. Takytan måste tåla stänkvatten, återkommande hög relativ fukthalt och tillfällig kondens. Innertaken i bastuutrymmen ligger vanligen mellan två ångtäta skikt, då kan mellanrummet lämnas öppet mot intilliggande våtrum eller med ventilationsgaller mot ett torrare innerutrymme för att erhålla tillräcklig ventilation i takutrymmet. /3//18//20/

- Se RT-kort 84-11166 kap. 3.3 och 84-10793 kap. 5



Figur 13. Vanligt förekommande lösning på vattenisolering i våtrum. Observera den ventilerade takkonstruktionen.

5. MIKROORGANISMER

Mikroorganismer som växer på byggnadsmaterial kallas vanligen mögel med en gemensam benämning och består av olika typer av svampar och bakterier. Konstruktioner med byggnadsmaterial angripna av mikroorganismer har en negativ inverkan på inomhusmiljön. Oftast förorsakar de dålig lukt men kan även ge ohälsa för personer som vistas i byggnaden. Därför är det viktigt att byggnader uppförs på ett fuktsäkert sätt så att angrepp av mögel kan undvikas. /11/

5.1. Mikrosvampar och bakterier

Mikrosvampar, även sk. mögelsvampar, är de svampar som förknippas med mögel på byggnadsmaterial. De bildar och frigör sporer som sprider sig över större ytor. Största andelen av dessa sporer sprids via luften. För att studera strukturen hos sporbildande svampar krävs mikroskop, där av namnet mikrosvampar. Mögelsvamparna lever på näringsämnen som finns i materialet och är lätta att bryta ner, eller på smuts med organiskt innehåll.

En annan typ av mikrosvampar är så kallade jästsvampar som till skillnad från de ovan nämnda inte sprids via sporer i luften utan växer och bildar nya separata jästceller.

Observera att mikroorganismerna inte växer i luften utan på material. Däremot så frigörs de till luften på olika sätt. Därför har vi, beroende på årstid och klimat, alltid en mängd mikroorganismer i luften. De största halterna av mögelsvampsporer i utomhusluften förekommer under sensommaren och tidig höst. Genom luftutbyte i byggnader tillförs sporer till inomhusluften. Enbart förekomsten av dessa medför inte skada. Den primära faktorn vid upphov till angrepp är förekomsten av fukt men även andra faktorer så som temperatur, pH och syretillgång inverkar.

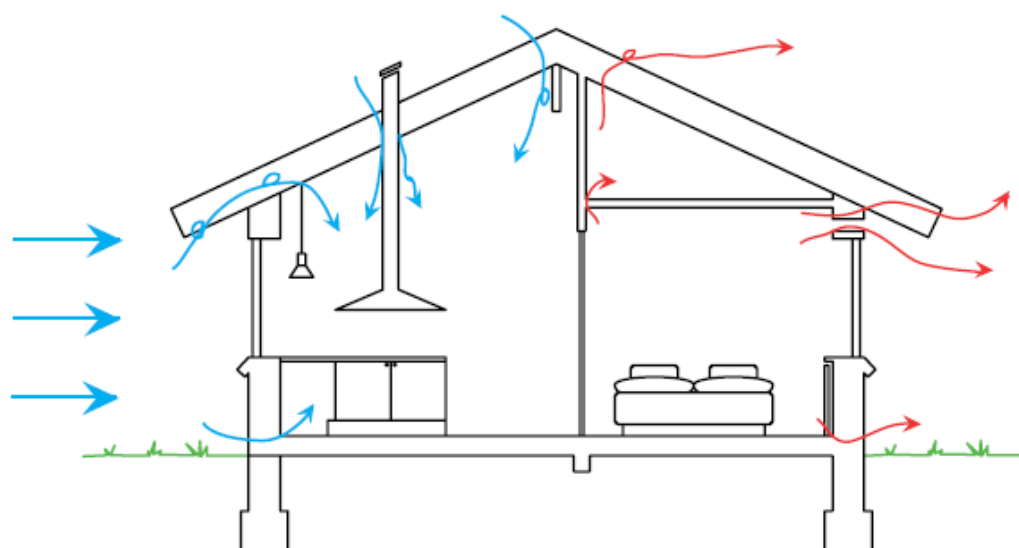
Bakterier är en annan typ av organism som är mindre, encelliga och inte lika komplexa som svampar. Gemensamt är dock att båda typerna av organismer kräver fukt för att växa. Bakterierna kräver mer fukt än svamparna för tillväxt och sprider sig genom delning av cellerna. /11/

5.2. Mögelangrepp på byggnadsmaterial

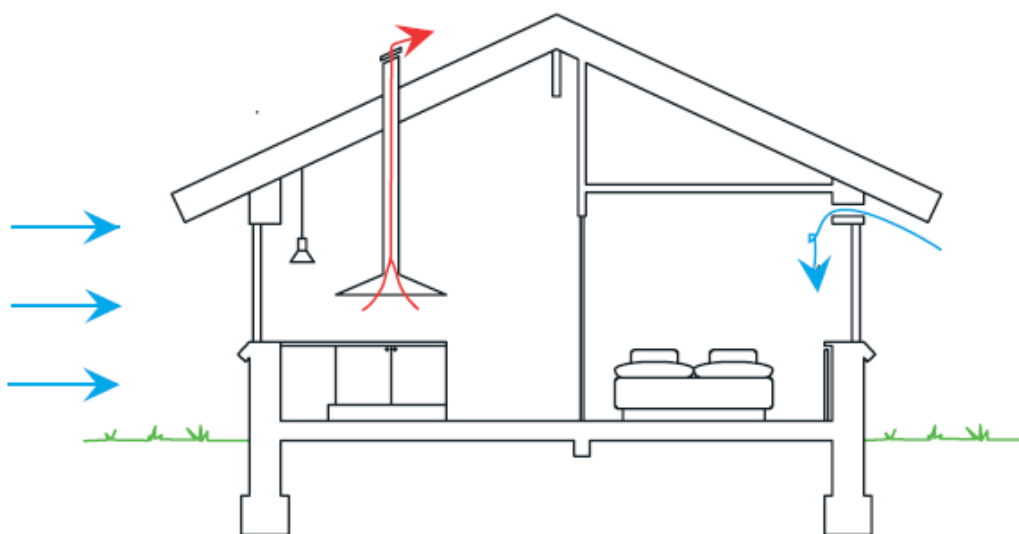
Mögel angriper inte byggnadsmaterial om det kritiska fukttillståndet i materialet inte överskrids. Det kritiska fukttillståndet varierar beroende på material. Redan vid en relativ fuktighet på 75 % kan de känsligaste materialen angripas medan andra material tål en betydligt högre relativ fuktighet. Tryckimpregnering av virke motverkar rötangrepp men ger inte tillräckligt skydd mot mögel. /11/

6. LUFTTÄTHET

Med dagens höga krav på energisnåla byggnader måste lufttäta konstruktioner uppnås. Otätheter i en byggnad leder till ett okontrollerat luftläckage som bland annat försämrar den termiska komforten, ger en ökad energianvändning och bidrar till ett försämrat fuktskydd. I figur 14 jämförs luftströmmar i ett tätt och i ett otätt hus. Lufttäthetsmätningar bör göras tidigt i byggprocessen så att man kan hitta och åtgärda brister och fel i byggnadens tätskikt. En byggnadsmantels högsta tillåtna luftläckagetal bör inte överstiga $4 \text{ m}^3/\text{h m}^2$. Detta kan dock frångås om byggnadens användningsändamål kräver lösningar som innebär en försämrad lufttäthet. /6/9/31/.



Luftström i ett otätt hus.



Luftström i ett tätt hus.

Figur 14. Luftströmmar i ett otätt hus jämfört med ett tätt hus. /9/

Kritiska punkter gällande lufttätethet listas nedan:

- Skarvar i det invändiga tätskiktet.
- Isolering i fogar kring dörrar och fönster samt ångspärrens anslutning till dörr- och fönsterkarm.
- Hörn vid anslutning mellan yttervägg och fönster- eller dörrsmyg.
- Underkant vid fönsterdörr, ytterdörr och fullhöga fönster.
- Tätningar vid VVS- och elgenomföringar.
- Anslutningar tak/vägg och vägg/golv.
- Skorstensgenomföringar.
- Eventuell invändig vindslucka.
- Syllar och hammarband.

7. DETALJER

I detta kapitel berättas kort om slagregn och dess inverkan på fasader och anslutningar. Speciellt putsade fasader påverkas hårt av slagregn och den traditionella enstegstätningen hanterar inte inträngande vatten tillräckligt väl.

7.1. Slagregn

De största yttre påfrestningarna på en byggnad utgörs av slagregn. Slagregnets intensitet är beroende av nederbördsmängd och vindstyrka. De mest utsatta lägena finns längs kusten där vinden slipper att dra in från havet. Takfoten och byggnadens hörn är de mest kritiska delarna, vilket ställer krav på detaljutformningen både på yttertaket och ytterväggen. Vid utsatta platser kan vatten driva upp längs ett yttertak eller genom skarvar även om lutningen är kraftig. /29/

7.2. Fasad

En träbeklädd fasad avvisar slagregn till stor del men vatten kan slippa att tränga igenom fogarna. En luftspalt bör finnas bakom panelen för att skydda det bakomliggande materialet mot genomträngande vatten och för att hålla panelen torrare. Träpanelen bör ytbehandlas med hänsyn till beständighet och utseende. Även ändträ bör behandlas för att förhindra upptagning av fukt. /3//17/

- Se RT-kort 82-10829

Skalmurar görs vanligen av tegel- eller kalksandsten. Tjockleken varierar mellan 60-120 mm, vanligast är 100-120 mm beroende på val av tegel. En skalmur absorberar lätt slagregn, som sedan avdunstar vid torrare perioder. Vid rikliga mängder slagregn kan vatten tränga

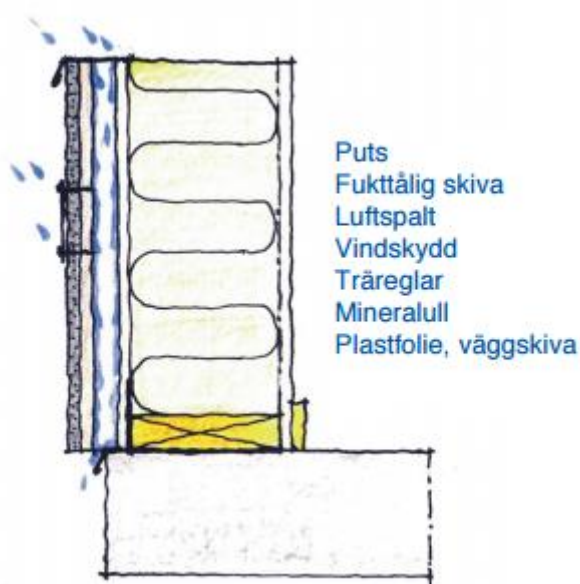
igenom fasaden och därför bör anslutningar vid dörrar och fönster samt murens upplag utformas så att vatten kan ledas ut, till exempel med hjälp av en plåt eller med polyetenfolie. Används plåt bör fogarna tätas med fogmassa och vid användning av polyetenfolie bör dess tjocklek vara 0,20 mm för att klara påfrestningarna under byggnadsskedet. Används armering i skalmuren bör den vara rostskyddad. /3/

7.3. Anslutningar och fogar

Vatten som rinner på fasaden på grund av hårt regn kan i vissa fall ta sig in i väggen genom fogar. I smala fogar är det kapillärkrafterna och vindtrycket som avgör huruvida vatten tränger in. Är fogarna öppna uppåt eller horisontella inverkar även tyngdkraften. Vid bredare fogar har vinden och luftströmmarna direkt inverkan. Fogarna måste utföras så att inte skada kan uppstå. För att lösa detta används vanligen *enstegstättning* eller *tvåstegstättning*. /3/

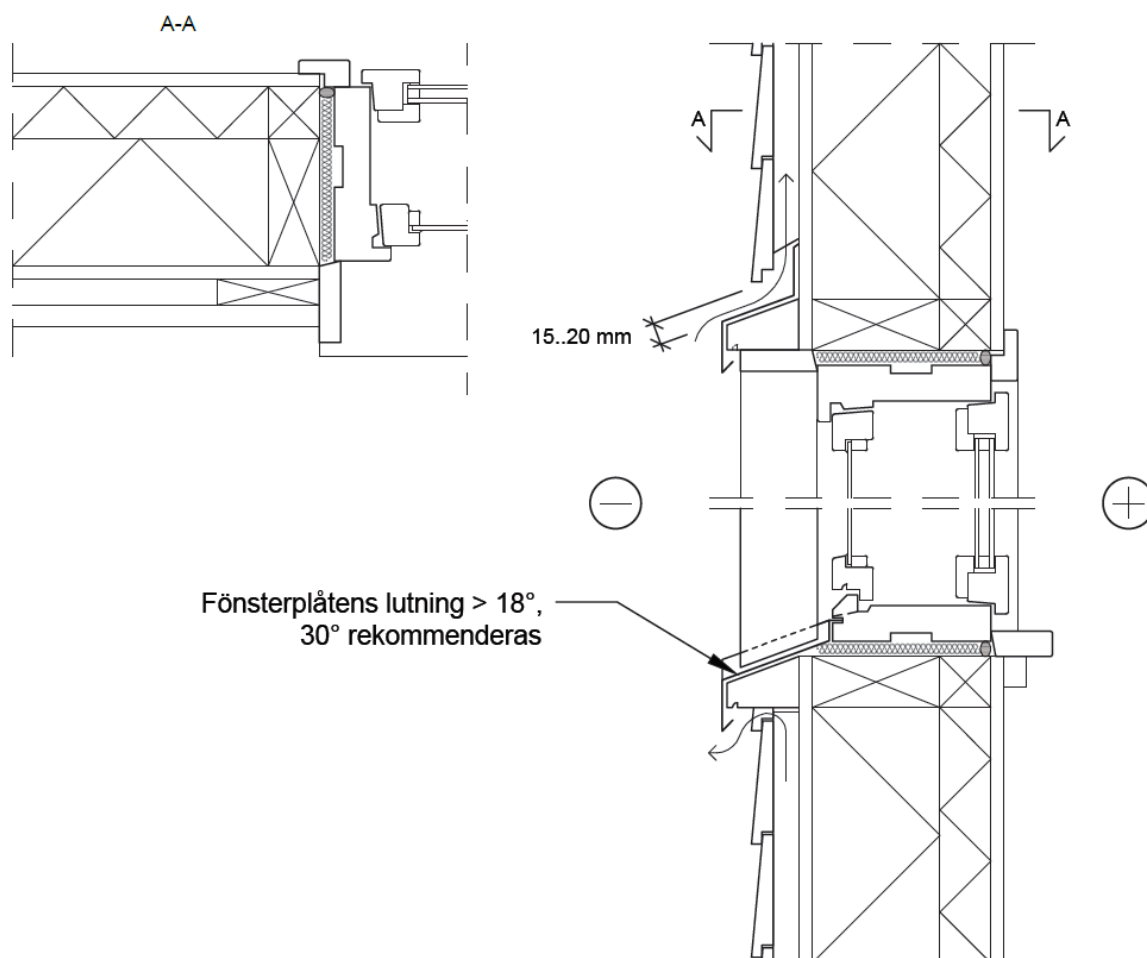
I *enstegstättning* görs fogarna helt täta vilket innebär att regn- och vindskydd ligger i samma plan. För att detta ska fungera krävs det att fogarna verkligen är täta. Annars kan vatten tränga in på grund av skillnaden i vindtryck som uppstår mellan ut- och insida. Som tätning används oftast fogmassa eller tätningslister men överlappsfogar i plåtfasader anses också som en form av enstegstättning. Rörelser som kan uppstå med hänsyn till temperatur-, och fuktvariationer bör tas i beaktande vid dimensioneringen av fogarna. Därtill är även toleranser vid montering och tillverkning att ta i beaktande. Valet av fogmassa och dimensioneringen av fogens bredd har stor inverkan på fogens livslängd. /10//12/

I en *tvåstegstättning* så skiljs regnskyddet och vindskyddet åt. Detta är den metod som rekommenderas idag eftersom en luftspalt mellan regnskyddet och vindskyddet uppnås och detta tillåter vatten från regn och slagregn att torka ut. Utseendet på denna blir vägg blir lika som den enstegstättade men ger samma goda fukttekniska egenskaper som den traditionella ventilerade väggen har. /10//12/



Figur 15. Exempel på tvåstegstättad konstruktion. /10/

I fogar runt fönster och dörrar krävs hög noggrannhet för att uppnå tillräcklig värmeisolering och täthet eftersom dessa utsätts för stora påfrestningar av slagregn och har stor betydelse för klimatskalets lufttäthet. Fönster och dörrar placeras och fästs vanligen i väggens varma (inre) del för att undvika kondens och för att skyddas från slagregn. Ytterväggens tätskikt ansluts diffusionstätt mot karmen eller med en invändig tätningslist i fogen. Med utvändig täcklist erhålls en tvåstegstätning med ventilation mellan täcklist och värmeisolering som ger möjlighet åt eventuellt inträngade vatten att torka ut. Fogen värmeisoleras vanligen genom drevning av mineralull eller med fogskum. Fönsterplåtens anslutning till karmen och omkringliggande konstruktion skall vara tät och skydda mot inträngande vatten, fogmassa kan till fördel användas. I figur 16 visas ett exempel på fönsterplåtarnas utformning. Fönsterplåten bör ha en lutning på minst 15° – 18° . En lutning på 30° rekommenderas så att regnvatten snabbt rinner av och inte stänker på fönstret. I RT-kort 80-11202 hittas mer information om byggnaders skyddsplåtar. /3//21/



Figur 16. Detalj av fönsteranslutning till träregelvägg, drevning med mineralull och diffusionstätt list på insidan.

8. SAMMANFATTNING

I lagar och bestämmelser ställs det krav på uppförandet av sunda byggnader. Den som påbörjar ett projekt bör se till att användningsändamålet och miljöförhållandena tas i beaktande för att uppnå en sund och säker byggnad med avseende på inomhusluft, fukt-, temperatur- och ljusförhållanden. Det är just i projektets startfas en ansvarsperson gällande fuktsäkerhetsprojekteringen bör utnämnas inom ledningen eller anlitas som utomstående konsult. Enligt markanvändnings- och byggförordningen ställs det på en arbetsledare inom ett specialområde, i detta fall en fuktsakkunnig, samma krav som på den ansvariga arbetsledaren inom projektet. Avslutningsvis kan konstateras att kvalitetssäkring gällande fuktsäkerheten borde bli en självklarhet i alla byggprojekt, nya som gamla. Genom att köpa konsulteringstjänster av en fuktsakkunnig fås vägledning och kompetens i samma paket.

9. KÄLLFÖRTECKNING

1. AK-Konsult. (u.å.) *betongplatta på mark*.
http://www.akkonsult.com/files/betongplatta_pa_mark.pdf
[hämtad 18.12.2015]
2. AK-Konsult. (u.å.). *torpargrund och krypgrund*.
http://www.akkonsult.com/files/torpargrund_krypgrund.pdf
[hämtad 18.12.2015]
3. Elmarsson B. & Nevander L-E. (2006).
Fukthandboken- praktik och teori.
Mölnlycke: Elanders infologistics Väst AB
4. Finlands Byggbestämmelsesamling B8. (2007). *Tegelkonstruktioner, anvisningar*
Helsingsfors: Miljöministeriet
5. Finlands Byggbestämmelsesamling C2. (1998). *Fukt, föreskrifter och anvisningar*
Helsingsfors: Miljöministeriet
6. Finlands Byggbestämmelsesamling D3. (2012). *Byggnaders energiprestanda*
Helsingsfors: Miljöministeriet
7. Fuktcentrum. (2013). *TorkaS*. Lunds Tekniska Högskola, Lunds universitet.
<http://www.fuktcentrum.lth.se/index.php?id=20446> [hämtad 20.01.2016]
8. Fukt- och mögeltalko, *talkoinformation*
<http://uutiset.hometalkoot.fi/sv/hem.html>
[hämtad 28.03.2016]
9. Isover. (u.å.). *System för lufttätet och fuktsäkerhet*.
<http://ipaper.ipapercms.dk/SaintGobainConstruction/Isover/Byggisolering/Systemfrlufttning/?Page=9>
[hämtad 29.02.2016]
10. Jansson A., Mjörnell K & Samuelsson I. (2007). *Skador i putsade träregelväggar*.
Bygg & Teknik (1/07), 69-72
11. Johansson Pernilla. (2006) *Mikroorganismer i byggnader*.
Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås
https://www.sp.se/sv/units/energy/eti/Documents/SPrapp%202006_22.pdf
[hämtad 29.02.2016]
12. Koluktsis A. & Kristiansson E. (2011).
Fuktskador i ytterväggar på grund av vattenintrång.
Examensarbete inom programmet för byggnadsteknik och design, KTH, Haninge
13. KOMIN (u.å.). *Riskkonstruktioner*.
<http://www.kominmiljo.eu/riskkonstruktioner>
[hämtad 02.03.2016]
14. Leivo V. (1998). *Opas kosteusongelmiin*.

Tampereen teknillinen yliopisto, Talonrakennustekniikka, Julkaisu 95, Tampere

15. Nilsson Catharina. (2005). *Uteluftventilerade krypgrunder*.
Examensarbete i byggnadsteknik, Magisterprogram i Husbyggnads- och
Installationsteknik, Kungliga Tekniska Högskolan, Stockholm
16. Olsson L. (2006). *Lösningar på krypgrundsproblematiken*.
Bygg & Teknik (8/06), 12-16
17. Persson Josefin & Silén Johanna. (2012).
Fuktkvalitetssäkring vid byggande av småhus
Examensarbete för yrkeshögskoleexamen, Högskolan i Halmstad, Sektionen för
ekonomi och teknik, Halmstad
18. RT 84-11166. (2014). *Märkätilojen rakenteet*.
Helsingfors: Rakennustieto
19. RT 82-10829. (2004). *Puujuulkisivut*.
Helsingfors: Rakennustieto
20. RT 84-10793. (2000). *Puutalon märkätilat*.
Helsingfors: Rakennustieto
21. RT 80-11202. (2016). *Rakennuksen suojapellit*.
Helsingfors: Rakennustieto
22. RT 82-10510. (1993). *Tiilirakenteet*
Helsingfors: Rakennustieto
23. RT 82-11006. (2010). *Ulkoseinärakentetita*.
Helsingfors: Rakennustieto
24. RT 85-11163. (2014). *Vesikaton kaltevuudet, katteen valinta*.
Helsingfors: Rakennustieto
25. RT 85-10738. (2003). *Vesikaton korjaus*.
Helsingfors: Rakennustieto
26. RT 52-10801. (2003). *Vesikiertoinen lattialämmitys*.
Helsingfors: Rakennustieto
27. Sikander E. (2004), Fuktsäkrare krypgrund,
Bygg & Teknik (8/04), 36-38
28. Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. (u.å.). *Byggnadsdelar*.
<http://www.fuktsakerhet.se/sv/delar/Sidor/default.aspx>
[hämtad 28.01.2016]

29. Teknikhandboken. (u.å.). *Påverkan på tak och fasader*.
<http://www.teknikhandboken.se>
[hämtad 15.3.2016]
30. TräGuiden. (u.å.). *Konstruktiv utformning*.
<http://www.traguiden.com>
[hämtad 8.4.2016]
31. Wahlgren P. (2010). *Goda exempel på lufttäta konstruktionslösningar*
Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Borås
http://www.fuktsakerhet.se/sv/fakta/Documents/SP-RAPP%202010_09%20Etapp%20C.pdf [hämtad 03.04.2016]

BILAGOR

1. Mottagning och Lagring
2. Platta på mark och Uteluftsventilerad krypgrund
3. Inneluftsventilerad krypgrund och Väggkonstruktioner
4. Källarytterväggar och Takkonstruktioner
5. Våtrum och Detaljer
6. Mottagningsprotokoll
7. Fuktrondsprotokol

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Mottagning	Fukt i virke	Mät fuktkvot, 15-17 % på vanligt virke och 10 % för inomhusvirke. Kontrollera att förpackningen är hel.	Fuktigt virke torkas eller returneras. Virket bör inte ha högre fuktkvot än 16 % vid inbyggnad.		
	Skadat material	Gör en okulär kontroll. Sök efter skador, mikrobiell påväxt, blånad och missfärgning. Kontrollera att kondens på förpackningens insida ej förekommer.	Mikrobiell påväxt i liten utsträckning kan tas bort, vid större skador bör virket returneras. Öppna fuktiga förpackningar så att materialet har möjlighet att torka.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Lagring	Planering	Är lagringsplatsen lämplig? Material som ska användas inomhus, lagras inomhus.	Planera leveransen så att en kort lagringstid uppnås. Om möjligt, bygg lagringsutrymme först, t.ex. Garage.		
	Lagring på mark	Ligger materialet fritt från mark, minst 0,2m. Erhålls ventilation?	Smutsiga material har sämre hållfasthet och kritiska fukttillståndet sänks. Material som ligger mot mark utsätts för markfukt.		
	Skydd	Är materialet intäckt och skyddat mot nederbörd och starkt solsken?	Temperaturen under presenningen får inte bli markant högre än omgivningens, då finns risk för att kondens uppstår.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Platta på mark	Fuktmätning	Utför fuktmätning innan golvläggning. Vid mätning skall byggnaden vara tät och ha en temperatur mellan 15-20 °C	Beroende på golvbeläggning varierar högsta tillåtna fuktkvot. Vanligen gäller 90 % för trägolv och 85 % för klinker.		
	Provisorisk golvvärme	Provisorisk golvvärme startas när byggnaden är tät och isolerad för att påskynda uttorkningen av betongplattan.	Stäng av golvvärmen två dygn innan fuktmätning skall utföras så att fuktkvoten i plattan hinner jämnas ut sig.		
	Smuts	Plattan städas kontinuerligt och hålls fri från byggmaterial som hindrar uttorkningen.	En ren platta gynnar uttorkningen och minskar risken för mikrobiell påväxt.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Uteluftsventilerad krypgrund	Ventilationsöppningar	Att nivån från marken är < 0,15 m. Och att avståndet mellan öppningar är 6 m eller mindre och inte mer än 0,5 m från ytterhörn.	Följs angivelserna i kap. 3.2.4?		
	Grundbotten	Finns det lutning från mitten ut mot kanterna. Är grundbotten av kapillärbrytande material. Finns plastfolie eller värmeisolering på grundbotten?	Grundbotten bör ha en lutning så att eventuellt vatten leds till dräneringen. Plastfolien skyddar mot avdunstning från marken.		
	Kryprummet	Är kryprummet städad och fritt från byggavfall? Är kryprummets höjd minst 0,8 m?	Material och avfall som lämnas i kryprummet kan förmultna och medföra skador på konstruktionen.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Inneluftsventilerad krypgrund	Tätskikt	Kryprummet skall uppnå samma lufttäthet som resten av konstruktionen. Alla skarvar och anslutningar kontrolleras noggrant.	Läckage i tätskiktet leder till en okontrollerad luft- och fukttillförsel som kan ge upphov till fuktproblem i kryprummet.		
	Värmeisolering	Bottenbjälklaget isoleras endast mot stegljud, exempelvis 50 mm. I breda byggnader placeras värmeisoleringen endast längs yttre grundmurar. Se kap. 3.2.5.	Utvändig värmeisolering längs grundmurarna minskar köldbryggorna vid syllar och upplag.		
	Ventilation	Tilluften skall fördelas över hela kryprummet och effekterna av igensatta filter bör tas i beaktande vid dimensionering.	Ventilationssystemet skall dimensioneras och installeras av yrkeskunniga personer.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Träregelvägg och skalmur	Tätskikt och ventilation	Är ångspärren och vindskyddet korrekt utförda? Finns tillräcklig ventilation i luftspalterna med avseende på fukthantering? Är någon av skalmurens väggdelar slamrad med avseende på lufttäthet eller slagregn?	Utförandet skiljer sig åt beroende på konstruktionstyp och hur slagregnet påverkar fasaden. Info finns i kap. 3.3.1 och 3.3.2.		
	Isolering och material	Finns syllisolering under syllen? Är värmeisoleringen och andra material torra vid inbyggnad? Utför mätningar på stomme och syll innan inbyggnad	Syllisoleringen skall skydda hela syllen. Material som byggs in bör ha en fuktkvot som <u>inte</u> överstiger 16 %.		
	Beklädnad	Är fasadskiktet utfört så att påverkan av slagregn inte skadar konstruktionen? Täck in dörr- och fönsteröppningar om leveransen dröjer.	Vid beklädnad med träpanel bör lodräta skarv undvikas.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Källaryttersväggar	Dränering	Är dräneringen dimensionerad och utförd så att fritt vatten leds bort utan förhinder? Är återfyllnadsmaterialet dränerande och kapillärbrytande?	Se alternativen för bästa dränering och kapillärbrytning i kap. 3.3.3.		
	Anslutningar och fogar	Är alla anslutningar lufttäta och förhindrar vatteninträngning i konstruktionen?			
	Isolering	Är den utvändiga värmeisoleringen utförd som något av alternativen på sid. 18? Finns en en membranisolering som leder bort vatten och förstärker fuktskyddet? Se fig. 12.			

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Takkonstruktioner och vindsutrymmen	Takmaterial	Är materialvalet lämpligt med avseende på takets lutning? Har takläggningen utförts enligt anvisningar från leverantören och uppnås täthet mot vatteninträngning?	Se kap. 3.4 om takkonstruktioner		
	Tätskikt och ventilation	Är tätskiktet korrekt utfört och erhålls erforderlig ventilation enligt anvisningarna i kap. 3.4.1 eller 3.4.2 beroende på typ av tak? Finns vindavvisare vid takfoten?	Kap. 3.4.1.		
	Isolering	Är isoleringstjockleken lämplig med hänsyn till luftens fuktupptagningsförmåga i förhållande till ventilationen?	Kap. 3.4.2.		

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Våtrum	Golv	Uppfylls kraven på lutningar som anges i kap. 4.2? Är fogar och anslutningar täta?	Hänvisar till RT-korten 84-11166 och 84-10793 som behandlar våtutrymmen och leverantörens anvisningar. Se även figuren på sid. 23.		
	Väggar	Uppfylls kraven på utförande som ställs i kap. 4.3? Finns en luftspalt eller ett lufttätt skikt mellan ytterväggen och våtrumsväggen?	Vattenisolering bör utföras endast av certifierade personer!		
	Tak	Är rördragningarna i takutrymet isolerade så att kondens inte uppstår? Är alla anslutningar täta?			

Moment	Risikfaktor	Att tänka på	Notera	Kontrollerat av	Datum
Detaljer	Lufttäthet	Utför lufttäthetsmätning när tät byggnad uppnås.	Med en lufttäthetsmätning kan i tidigt skede läckage i byggnadens tätskikt upptäckas och åtgärdas. Se kap. 6 om lufttäthet.		
	Mögelangrepp	Luftens relativa fukthalt bör hållas inom säkra värden, 75 %, för att förebygga mögelangrepp på byggnadsmaterial.	Mögel angriper inte byggnadsmaterial om det kritiska fukttillståndet i materialet inte överskrids. Det kritiska fukttillståndet varierar beroende på material.		
	Anslutningar	Kontrollera att fönster och dörrar ansluts lufttätt till konstruktionens tätskikt. Fönsterplåten bör ha tillräcklig lutning och dess anslutning bör skydda mot inträngande vatten.	Se kap. 7.3 om anslutningar och fogar.		

Kontrollerat av: _____

Datum: _____

Kontrollera

1. Stämmer materialet överens med följesedeln?

JA

☐

NEJ

☐Om inte: _____

2. Stämmer materialet överens med vad som beställdes?

JA

☐

NEJ

☐Om inte: _____

3. Finns det skador eller fel på förpackningen?

JA

☐

NEJ

☐*t.ex. hål eller skador från leverans*Om ja: _____

4. Finns det skador eller fel på materialet som levererades?

JA

☐

NEJ

☐*t.ex. missfärgning, kondens eller liknande*Om ja: _____

Kontrollerat av: _____

Datum: _____

Kontrollera	Ja	Nej	Kommentarer/åtgärder
1. <u>Skydd av material</u>			
Görs kontroller vid mottagning av material?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Är materialet lagrat fritt från mark?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Skyddas materialet mot nederbörd?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Kan materialet lagras under tak eller inomhus?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
2. <u>Nederbörd</u>			
Har nederbörd orsakat skada på konstruktionen? Var?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Leds nederbörd bort från byggnaden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
3. <u>Fuktigt material</u>			
Har material utsatts för fukt? Var och i vilken omfattning?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Har åtgärder vidtagits?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
4. <u>Uttorkning</u>			
Är plattan intäckt med plast under torktiden?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Påskyndas uttorkningen? Vilken metod används och hur länge?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Utsätts plattan för vatten eller fukt? Vilken omfattning?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
5. <u>Ordning</u>			
Hålls arbetsplatsen städad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Är betongplattan ren?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Är materialen fria från smuts och andra faktorer som påverkar användningen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____